COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 MAI 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Méthode pour reconnaître et doser l'oxyde de carbone en présence des traces de gaz carburés de l'air;* par M. **Armand Gautier**.

« Dans une Communication précédente ([1]), j'ai montré que l'anhydride iodique transforme totalement en acide carbonique, dès 60°, l'oxyde de carbone qui peut être mélangé à l'air, et lors même que celui-ci ne contient qu'un trois cent millième de son volume, et moins encore, de ce gaz. Aux doses déjà très faibles de $\frac{1}{20000}$ et $\frac{1}{30000}$ les dosages sont concordants : pour chaque centimètre cube de CO il se fait un volume égal de CO^2 et il dégage $2^{mgr},268$ d'iode. J'ai dit comment on pouvait doser volumétriquement, avec exactitude, l'acide carbonique résultant de cette réaction. Mais la mesure en poids de l'iode mis simultanément en liberté est plus facile encore en raison de l'avidité très remarquable du cuivre pour ce métalloïde, circonstance qui permet de recueillir sous un petit volume, et de peser dans des conditions très précises, la totalité de l'iode dilué dans un très grand volume d'air. C'est ce que nous allons essayer d'établir d'abord.

([1]) Voir *Comptes rendus,* t. CXXVI, p. 935. Voir aussi les Notes antérieures, *ibid.,* p. 793 et 871.

» Pour une détermination d'oxyde de carbone, l'air, préalablement filtré dans un tube étroit garni de coton de verre, est lavé dans un peu de lessive de potasse, puis passe sur une courte colonne d'hydrate de baryte, et se sèche sur de l'acide phosphorique anhydre ([1]). Ainsi privé de ses poussières, de ses gaz acides et de son eau, il circule successivement dans deux tubes de verre liés entre eux sans caoutchouc, grâce à un rodage parfait, et placés à la suite dans une même étuve à air chaud à 100°-105°. Le premier de ces tubes, d'une longueur de $0^{m},28$ et du diamètre d'un gros tube à gaz, est rempli d'anhydride iodique; le second contient une colonne de $0^{m},18$ de cuivre pulvérulent réduit de son oxyde ([2]).

» Il est facile de montrer que cette petite quantité de cuivre suffit à enlever à l'air qui circule la totalité de l'iode qui peut y exister et quelle que soit, pour ainsi dire, la dilution de la vapeur d'iode.

» C'est ce que les expériences suivantes, prises parmi plusieurs autres bien concordantes, vont établir. Elles démontreront aussi que cette méthode de dosage est sûre et commode dans les cas ordinaires où l'air (ou tout autre gaz inerte) est mélangé de $\frac{1}{10000}$, ou plus, d'oxyde de carbone :

Vol. à 0° et 760^{mm} de CO introduit dans $10^{lit},630$ d'air.	Volume de CO contenu dans l'air aspiré à travers l'appareil.	Poids d'iode calculé correspondant au CO aspiré.	Augmentation de poids du tube à cuivre.	Poids correspondant de CO^2 calculé.	Poids correspondant de CO^2 recueilli.
$9^{cc},64$ ([3])....	$6^{cc},56$	$14^{mgr},90$	$14^{mgr},82$	»	»
$1^{cc},06$ ([4])....	$0^{cc},813$	$1^{mgr},84$	$1^{mgr},82$	$1^{mgr},6$	$1^{mgr},6$

([1]) Je donnerai dans une Note ultérieure les raisons de ce dispositif.

([2]) Ce cuivre doit être réduit à l'hydrogène pur, que l'on remplace, à la fin, par un courant d'acide carbonique sec pendant le refroidissement; sans cette précaution, le cuivre réduit contient une petite proportion d'hydrogène combiné qui peut fausser les résultats. Cet hydrogène ne s'en va qu'un peu avant le rouge.

([3]) *Éléments du calcul.* — Mesure de CO : pris $11^{cc},80$ de CO à $H = 757^{mm},3$ et à 13°; volume mesuré sous la dépression de 112^{mm} de mercure soulevé; d'où :

$$\text{Volume du gaz à 0° et } 760^{mm} = 11^{cc},8 \times \frac{643,8}{760(1+\alpha.13)} = 9^{cc},64.$$

Après introduction du gaz CO dans le flacon vide de $10^{lit},63$, et remplissage par de l'air, on aspire le mélange à travers I^2O^5 et Cu. Hauteur h_1 du manomètre du flacon de $10^{lit},63$ au début, $h_1 = 37^{mm}$ à 12°; Hauteur barométrique $H_1 = 759^{mm}$ à 12°. Après aspiration des gaz du flacon, on a $h_2 = 539,5$ à 13° et $H_2 = 760^{mm}$ à 13°; d'où :

$$\text{Volume de CO aspiré à 0° et } 760^{mm} = 11^{cc},8 \times \frac{643,8}{760(1+\alpha.13)} \times \frac{501}{720,5} = 6^{cc},63,$$

et volume de CO corrigé de la vapeur d'eau $= 6^{cc},56$.

([4]) *Éléments du calcul.* — Mêmes valeurs pour les lettres que ci-dessus. Pris $1^{cc},32$

» Ces nombres, très satisfaisants pour les cas ordinaires, pourraient cependant, lorsqu'il s'agit de retrouver des traces seulement d'oxyde de carbone dans l'air, laisser encore quelque inquiétude en raison des faibles différences observées; on pourrait être porté à croire que, lorsque, grâce à l'absorption par le métal de la presque totalité des vapeurs d'iode de l'air circulant, celles-ci ont été amenées à un degré de dilution extrême, ces traces d'iode peuvent échapper à l'action du cuivre. Pour bien éclaircir ce point, j'ai, dans plusieurs de ces expériences, ajouté à la suite du tube à cuivre un tube garni de lessive de potasse destinée à arrêter les dernières traces d'iode. Dans un cas, j'ai fait circuler lentement, en huit heures environ, à travers tout l'appareil, 10^{lit} d'air contenant assez d'oxyde de carbone pour donner près de 15^{mgr} d'iode. Le cuivre placé à la suite de l'anhydride iodique en arrêtait la majeure partie; ce qui pouvait lui échapper se dissolvait dans la potasse. J'ai essayé de doser cette seconde quantité au moyen de la méthode de Rabourdin, modifiée de façon à retirer les moindres quantités d'iode (1). J'ai trouvé :

Iode arrêté par le cuivre................................	$14^{\text{mgr}},72$
Iode pouvant être passé à travers le cuivre et fixé sur la potasse. Maximum..................................	$0^{\text{mgr}},011$ (2)

» Il suit de là : 1° que le cuivre réduit absorbe en totalité, à 100°, les

---

de CO pur mesuré avec une dépression de mercure de 112^{mm} à 13°. $H = 758^{\text{mm}}$ réduite à 0°; $h_1 = 38^{\text{mm}}$; $H_1 = 762^{\text{mm}}$ à 0°. Après extraction, $h_2 = 591^{\text{mm}}$ et $H_2 = 762^{\text{mm}}$ à 0°; d'où :

$$\text{Volume de CO aspiré} = 1^{\text{cc}},32 \times \frac{646 \times 553}{760(1+\alpha.13)724} = 0^{\text{cc}},82$$

et, après déduction de la vapeur d'eau, volume définitif du CO aspiré $= 0^{\text{cc}},813$.

(1) Pour doser dans ces conditions les moindres traces d'iode, je sursature la lessive de potasse par de l'acide carbonique en refroidissant et j'épuise à froid et à plusieurs reprises le bicarbonate formé par l'alcool à 85° cent. Dans ces conditions, où il s'agit de très faibles poids d'iode, tout l'iodure, et même l'iodate, se dissolvent dans l'alcool. Ce dissolvant est distillé à faible température, et le résidu, acidulé par SO^4H^2 étendu, est additionné d'un peu de sulfure de carbone et de nitrite de soude; on agite et l'iode, qui vient colorer le sulfure, est dosé par comparaison avec une liqueur titrée d'iodure, ainsi que le pratique M. Nicloux.

Il ne faudrait pas, dans cette recherche, substituer la lessive de soude à celle de potasse, l'iodure de sodium étant très dissociable. La potasse employée doit être tout à fait exempte d'iode, condition assez difficile à réaliser.

(2) Ce nombre, déjà bien faible, doit être considéré comme trop fort, car j'ai trouvé dans la potasse que j'employais une trace d'iode préexistant.

vapeurs d'iode mélangées à l'air, ou du moins tant que celui-ci contient au delà de $0^{mgr},01$ d'iode en 10 litres ou 1^{mgr} par mètre cube d'air; 2° qu'un volume de $0^{cc},0044$ d'oxyde de carbone en 10 litres d'air, quantité qui en passant sur I^2O^5 met ce poids de $0^{mgr},01$ d'iode en liberté, peut être apprécié par la pesée du tube à cuivre, pourvu qu'on agisse sur une masse d'air suffisante; or ce volume de $0^{cc},0044$ d'oxyde de carbone en 10 litres répond environ au demi-millionième du volume d'air total (¹).

» Désormais satisfait de l'exactitude de ma méthode et assuré, ainsi qu'il résulte des nombres précédents, que, *quelle que fût pour ainsi dire la dilution de l'oxyde de carbone dans l'air,* l'augmentation de poids en milligrammes du tube à cuivre multiplié par 0,441 donnait d'une façon précise, en centimètres cubes, le volume de l'oxyde de carbone préexistant, j'ai pensé pouvoir appliquer ces constatations à la recherche et au dosage de ce gaz et des hydrocarbures réducteurs qui peuvent se trouver dans l'atmosphère.

» Au début je me suis servi d'un aspirateur spécial de $103^{lit},800$, jaugé à 15°, qui permettait une circulation régulière et une mesure précise des volumes gazeux. L'air passait d'abord sur un filtre en laine de verre tassée qui arrêtait les corps solides en suspension, puis dans deux tubes légèrement inclinés, de $0^{m},80$ de longueur, remplis de perles de verre humectées de potasse caustique pour absorber l'acide carbonique et les autres gaz acides, enfin dans deux tubes desséchants, à acide sulfurique et anhydride phosphorique sur laine de verre. Ainsi privé de CO^2 et bien sec, l'air arrivait sur la colonne à anhydride iodique suivie du tube à cuivre, l'un et l'autre placés à l'étuve à 100° et dans les conditions ci-dessus dites. Les gaz étaient ensuite reçus, lorsqu'il était nécessaire, dans une série de tubes destinés

---

(¹) Les augmentations de poids du cuivre signalées dans les expériences de contrôle ci-dessus sembleraient accuser une perte d'iode un peu plus grande que celle qu'on recueille dans la potasse. Mais il faut remarquer que l'on a ici admis que l'oxyde de carbone employé était parfaitement pur et sec; or la moindre impureté tend à diminuer le poids de l'iode mis en liberté. Il faut observer aussi que ces expériences ne pourraient donner avec exactitude la limite d'erreur, au moyen des pesées, que si celles-ci sont faites avec toutes les précautions des pesées de haute précision. Dans tous les cas, dans ces expériences, il est nécessaire d'avoir toujours, sur l'un des fléaux de la balance, un tube de même volume, et autant que possible de même forme, que celui à peser; il sert de tare et de compensateur pour corriger les différences de pression et d'état hygrométrique de l'air pouvant se produire d'une pesée à l'autre. C'est ce que nous avons toujours fait.

à recueillir l'acide carbonique et l'eau produits. Les pesées du tube à cuivre m'ont donné les résultats suivants, que je calcule en oxyde de carbone dans les deux dernières colonnes :

		Iode, recueilli sur le cuivre et rapporté à 100^{lit} d'air.	CO correspondant calculé en cent. cubes pour 100 litres d'air.	CO correspondant exprimé en millionièmes du volume de l'air circulant.
		mgr	cc	
Air du laboratoire, mars 1894, temps couvert.		2,8	1,23	12,3
Air de la rue de l'École-de-Médecine à Paris (même mois et même temps)............		0,2	0,09	0,9
Air du boulevard Saint-Germain	Mars 1898. $H = 758^{mm}$, temps douteux.	0,11	0,048	0,48
	Même mois. Alternatives de beau et mauvais temps, $t = 8° à 11°$........	0,46	0,20	2,0
	23 et 24 mars 1898. $H = 752^{mm}$. Grains; assez mauvais temps...............	2,1	0,93	9,3
	26 et 28 mars, beau temps. Passé 80^{lit} d'air seulement..................	0,0	0,0	0,0
	4 et 6 avril. Beau temps, $H = 759^{mm}$ à 764^{mm}. Passé 110^{lit} d'air..........	0,0	0,0	0,0

» Pour des raisons que je discuterai plus tard, les quantités ainsi dosées me paraissent être des minima : il est probable que les réactifs employés pour laver l'air et le purger de ses gaz acides ont dissous une petite quantité des gaz à doser. Mais bien qu'approximatifs, ces dosages d'oxyde de carbone de l'air, et d'une partie des gaz réducteurs neutres qui l'accompagnent ne m'en semblent pas moins intéressants, puisqu'ils fixent, jusqu'à un certain degré, un point de la constitution de l'air (du moins de celui qu'on respire dans les grandes agglomérations urbaines) sur lequel nous n'avions jusqu'ici aucun renseignement. Quoi qu'il en soit, je ne donne ces nombres que pour prendre date et comme fournissant des indications préliminaires encore entachées, sans doute, d'erreurs sensibles.

» L'une de celles qu'il faut se garder de commettre consisterait à regarder l'iode mis en liberté par l'air qui circule sur l'acide iodique comme entièrement dû à l'oxyde de carbone. J'ai déjà établi [1] que différents gaz, en particulier les hydrocarbures en C^nH^{2n} et C^nH^{2n-2} qui peuvent se trouver dans l'air atmosphérique réduisent, *plus ou moins*, à 65°-100° l'anhydride iodique, tandis que l'hydrogène et les hydrocarbures saturés n'agissent pas.

---

[1] Voir *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 936.

Il faut donc tenir compte, si l'on veut doser seulement l'oxyde de carbone, de la réduction de l'acide iodique due aux divers gaz qui peuvent l'accompagner, et voici, en dehors des précautions minutieuses de détail sur lesquelles je reviendrai prochainement, le principe de la méthode :

» Le tube contenant l'anhydride iodique est pesé sec après y avoir fait circuler, à 220°, de l'air préalablement séché sur de l'acide phosphorique. Le tube à cuivre également séché est aussi pesé exactement avec toutes les précautions déjà dites. Il est suivi d'un tube à acide phosphorique destiné à doser l'eau formée, puis d'un système de trois tubes à acide phosphorique, hydrate de baryte et acide phosphorique, pesés ensemble, où se recueille l'acide carbonique qui peut se former au contact de I^2O^5. Une colonne de ponce sulfurique, non pesée, empêche le reflux de l'humidité venue de l'aspirateur. Les tubes à anhydride iodique, à cuivre, à eau et à acide carbonique, doivent être pesés avec des tares en verre de mêmes volumes, et autant que possible de même surface, suspendues à l'un des fléaux de la balance; les décimilligrammes sont appréciés, la balance étant fermée, par la méthode des oscillations.

» Si l'on a fait passer à travers cet appareil 200^{lit} d'air au moins, l'oxyde de carbone tout entier et une partie des hydrocarbures s'y sont oxydés. Il en est résulté de l'acide carbonique et de l'eau que l'on pèse avec soin. Le poids d'oxygène qui leur correspond est facile à calculer. D'autre part la pesée de l'anhydride iodique indique, après l'expérience, une perte de poids qui, diminuée de celle de l'iode fixé sur le cuivre, donne exactement l'oxygène cédé par cet anhydride. Ce poids est, par rapport à celui de l'oxygène calculé d'après la totalité de l'eau et de l'acide carbonique produits, inférieur de tout celui de l'oxygène apporté par l'oxyde de carbone. Si l'on multiplie cette différence d par le coefficient 1,75 (rapport du poids de l'oxygène O au poids du CO correspondant) on aura le poids de l'oxyde de carbone contenu dans l'air analysé ([1]).

» Telle est la méthode : elle est fondée, il est vrai, sur l'appréciation

---

([1]) On pourrait objecter seulement que d'autres corps que CO, contenus peut-être dans l'air en quantité excessivement faible même par rapport aux doses déjà bien petites d'oxyde de carbone, peuvent apporter aussi de l'oxygène. Mais ces corps oxygénés, presque hypothétiques, devraient être volatils pour exister dans l'air. Or je me suis assuré que les vapeurs d'alcool méthylique, d'aldéhyde et d'acétone ordinaire, mélangées préalablement en petite quantité à l'air que l'on fait circuler ensuite dans la lessive de potasse, l'acide sulfurique et l'acide phosphorique avant de passer sur l'anhydride iodique, ne donnent aucune augmentation de poids du tube à cuivre.

de différences très petites. Mais, d'une part, rien ne s'oppose à ce que les grandeurs à mesurer augmentent autant qu'on voudra, puisqu'il suffit de faire croître le volume de l'air sur lequel on opère; d'autre part, il s'agit simplement d'apprécier avec exactitude les poids de l'eau et de l'acide carbonique formés dans la réaction, et cette partie de la méthode paraît ne pas offrir de causes sérieuses d'erreur. Je me propose cependant, dans une prochaine Note, de faire connaître les difficultés qui m'ont un certain temps arrêté dans le dosage précis de l'eau et de l'acide carbonique transportés par un grand volume d'air, problème que je croyais, avec tous les chimistes, je pense, déjà résolu d'une façon tout à fait satisfaisante.

» Lorsque l'air et ses gaz combustibles ont circulé sur l'anhydride iodique et que l'oxyde de carbone et une partie des hydrocarbures ont été oxydés, les autres gaz combustibles de l'air s'échappent de l'appareil. Il est possible de les doser et même de les séparer partiellement. Je reviendrai bientôt sur cet intéressant sujet. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les pertes d'ammoniaque qui accompagnent la fabrication du fumier de ferme;* par M. **P.-P. Dehérain**.

« L'odeur d'ammoniaque qu'on perçoit dans les locaux habités par les animaux de la ferme, particulièrement dans les bergeries, indique qu'une fraction de l'azote contenu dans les déjections se dissipe dans l'atmosphère. Il y a quelques années déjà [1], MM. Müntz et Girard ont précisé ces pertes à l'aide de la méthode suivante : on pèse avec grand soin la ration consommée par les animaux pendant la durée de l'expérience et l'on détermine l'azote qu'elle renferme. Si, pendant le passage des aliments dans l'organisme, aucune partie de l'azote ne se dégage à l'état libre, on doit retrouver, dans l'augmentation de poids des animaux et dans leurs déjections, tout l'azote ingéré. Or, quand les déjections sont recueillies sur des litières de paille et qu'on dose, à la fin des essais, l'azote contenu dans le fumier produit, qu'on y ajoute l'azote fixé par l'organisme animal, on constate que cette somme est bien inférieure à l'azote des aliments; il arrive parfois que la déperdition s'élève à la moitié, plus souvent au tiers de l'azote ingéré.

» On estime à 800 millions de francs la valeur du fumier produit chaque

---

[1] *Annales agron.*, t. XIX, p. 5; 1893.

année en France; si cette valeur était augmentée d'un tiers, par la conservation de l'azote actuellement perdu, on voit que la plus-value serait de 260 millions environ.

» Pour éviter cette énorme déperdition de matières fertilisantes, on a proposé d'ajouter au fumier accumulé dans la cour de ferme des sulfates de calcium ou de fer, ou encore de répandre sous les animaux des phosphates acides, mais un examen attentif de ces modes de traitement a montré qu'ils sont impraticables.

» Au moment de reprendre cette importante question, j'ai voulu savoir si le mode de calcul employé par MM. Müntz et Girard était absolument légitime, si tout l'azote ingéré par les animaux se retrouve dans leurs déjections, quand leur augmentation de poids est nulle ou très faible, et si c'est seulement quand ces déjections, reçues par les litières, séjournent sous les animaux que la perte devient sensible.

» Deux de mes élèves, attachés l'un et l'autre à l'École de Grignon, MM. P. Gay et Dupont, ont exécuté avec grand soin ce travail préliminaire [1].

» En recueillant exactement les déjections d'un bélier, les auteurs y ont retrouvé presque entièrement l'azote des aliments; la perte a été 4 pour 100 seulement. Mais quand l'animal a reposé sur une litière de paille, qui a été analysée à la fin des quinze jours d'observation, on a constaté une perte de 22 pour 100 de l'azote ingéré.

» Se dégage-t-il, pendant la fermentation qui amène les matières excrémentitielles : urée, acide urique, acide hippurique, à l'état de carbonate d'ammoniaque, de l'azote libre? C'est là une question qui est maintenant à l'étude; je ne m'occuperai aujourd'hui que des pertes d'ammoniaque.

» Or, nous avons sur ce sujet des données très intéressantes fournies, il y a quelques années déjà, par MM. Berthelot et André [2]. Les auteurs établissent que le carbonate d'ammoniaque se dissocie dans l'eau, et que les deux gaz s'échappent séparément de la dissolution : l'acide carbonique d'abord, l'ammoniaque ensuite et que, d'après leur expression même, c'est « le départ de l'acide carbonique qui règle celui de l'ammoniaque ».

» En répétant les expériences de MM. Berthelot et André, j'ai naturellement retrouvé leurs résultats; à l'air libre une dissolution de carbonate d'ammoniaque perd en trente jours : 73 pour 100 de son ammoniaque; en

---

(1) *Ann. agron.*, t. XXIV, p. 123; 1898.

(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XI, p. 341; 1886.

vase clos, en plaçant seulement, dans la conserve d'expérience, une capsule à acide sulfurique dilué, on trouve qu'après trois jours, 12,1 pour 100 de l'ammoniaque se sont dissipés et 24,2 en huit jours; mais si l'on introduit dans la conserve, en même temps qu'une capsule à acide sulfurique, une capsule à soude caustique pour absorber l'acide carbonique à mesure qu'il s'échappe, on trouve qu'après trois jours la dissolution a perdu 39,3 de l'ammoniaque primitive et après huit jours 83,1.

» C'est donc bien le départ de l'acide carbonique qui règle le dégagement de l'ammoniaque; il était facile d'en déduire que si, au lieu de favoriser ce dégagement d'acide carbonique en l'absorbant à mesure qu'il se diffuse dans l'atmosphère, on l'empêche en introduisant de l'acide carbonique dans les conserves à carbonate d'ammoniaque, les pertes d'ammoniaque se trouveront singulièrement réduites. On a trouvé, en effet, qu'après cinq jours, la dissolution, maintenue dans une atmosphère d'acide carbonique, renfermait encore 99,1 pour 100 de l'ammoniaque primitive.

» Cette expérience est grosse de conséquences pratiques, comme nous allons le voir dans un instant.

» Il importait, toutefois, avant d'en déduire des règles pour la fabrication régulière du fumier, de s'assurer qu'en opérant sur de l'urine ou de l'urine mélangée à la paille, on obtiendrait des résultats semblables à ceux que fournit le carbonate d'ammoniaque.

» Quand on expose à l'air libre de l'urine préalablement stérilisée, puis ensemencée avec du crottin de cheval, elle perd en un mois 45 centièmes de son azote primitif; il reste dans le liquide de l'ammoniaque et une certaine quantité d'azote engagé dans une combinaison organique; en vase clos ou dans l'acide carbonique, les pertes se réduisent à 6,6 et à 5,6 pour 100; la fermentation est cependant très avancée, car on ne retrouve à l'état organique que 12 centièmes de l'azote primitif.

» Quand, en vase clos, on absorbe l'ammoniaque à l'aide d'acide sulfurique, on observe que les pertes d'ammoniaque sont assez lentes à se produire : après cinq jours, elles sont encore nulles, bien que déjà 21 centièmes de l'azote primitif soient amenés à l'état d'ammoniaque; après onze jours, la diffusion s'est produite, on trouve dans l'acide sulfurique 19 centièmes de l'azote primitif.

» En opérant encore en vase clos, mais en absorbant à la fois l'acide carbonique et l'ammoniaque, on retrouve après cinq jours, dans l'urine, 97,1 de l'azote primitif, et seulement 48,0 après onze jours. L'urine se comporte donc comme la dissolution de carbonate d'ammoniaque, mais il est

bien à remarquer que la fermentation ammoniacale ne se produit qu'après quelques jours.

» Si pour imiter ce qui a lieu dans les étables on fait tomber l'urine sur de la paille hachée, et que la proportion de l'urine soit considérable par rapport à celle de la paille : qu'on introduise par exemple 4 d'urine dans 1 de paille, celle-ci n'est pas capable d'absorber tout le liquide; exposé à l'air un pareil mélange perd pendant l'été (juin 1897) : en deux jours, 58,3 de l'azote primitif, 70 en quatre jours, 72,6 en six jours, et 75,7 en huit jours.

» Dans une ferme pauvre et mal tenue, les litières sont parcimonieusement distribuées et les urines non absorbées restent exposées à l'air; les pertes deviennent énormes; elles diminuent beaucoup quand les litières sont distribuées assez copieusement pour absorber toutes les urines émises; en huit jours, on a constaté une perte de 7,2 pour 100 de l'azote primitif, quand le rapport de la paille à l'urine a été $\frac{1}{2}$.

» Pour bien montrer que ce mélange de paille et d'urine se comportait comme l'urine isolée ou le carbonate d'ammoniaque, on a opéré en vase clos, mais en absorbant l'acide carbonique par la soude caustique, et l'ammoniaque par l'acide sulfurique. Après trois jours, il y avait déjà 690^{mgr} d'acide carbonique dans la soude et seulement 21^{mgr} d'azote ammoniacal dans l'acide sulfurique, ce qui correspond à 7,9 pour 100 de l'azote primitif; on a trouvé ensuite que les quantités d'azote échappées du fumier s'élevaient à 31,5 en six jours, 52,6 en huit et 59,7 en douze.

» Tout au contraire, si l'on place le mélange de paille et d'urine dans une atmosphère d'acide carbonique, on retrouve dans le fumier tout l'azote introduit, bien qu'une grande partie ait passé à l'état d'ammoniaque. L'urine fermente donc dans une atmosphère d'acide carbonique, mais toute l'ammoniaque formée reste dans le liquide et ne se diffuse pas dans l'atmosphère.

» Or, j'ai montré, il y a plusieurs années, que lorsque le fumier est bien tassé sur la plate-forme, comme nous le faisons à l'École de Grignon, la fermentation y est très active et l'atmosphère intérieure très chargée d'acide carbonique [1]. Sa présence empêche la diffusion de l'ammoniaque, et si l'on entraîne, à l'aide d'un aspirateur, cette atmosphère au travers d'acide sulfurique titré, on ne constate aucun dégagement d'ammoniaque.

» Il ne se produit donc dans un fumier en pleine fermentation aucune

---

(1) *Ann. agron.*, t. X, p. 385; 1884.

perte d'ammoniaque. Toutes les additions capables d'arrêter la fermentation sont nuisibles; les arrosages fréquents avec le purin sont au contraire très avantageux.

» Les faits précédents prouvent clairement que les pertes se produisent non pas dans le fumier réuni en tas dans la cour de ferme, mais bien dans les étables ou bergeries quand les litières salies séjournent sous les animaux; en enlevant ces litières tous les jours, pour les conduire à la plate-forme, on écartera la déperdition de l'ammoniaque, car la fermentation ne commencera à se produire que lorsque les litières seront déjà recouvertes et par suite plongées dans une atmosphère d'acide carbonique.

» Toutefois, si les litières ne sont pas abondantes, une partie des urines s'écoule dans les rigoles; elles ne doivent pas y rester, il faut laver à grande eau et diriger les liquides vers la fosse à purin où arrivent également les égouttements du fumier.

» Ce purin est recueilli dans une fosse qui communique avec l'air; l'atmosphère renferme de l'acide carbonique, mais pas d'ammoniaque. Si même on fait passer un courant d'air au travers du purin, pendant plusieurs jours, et que l'on analyse l'air qui a barboté dans le liquide, on y trouve de l'acide carbonique et pas d'ammoniaque.

» En comparant la composition du purin, après le passage de l'air, à ce qu'elle était au début, on trouve que l'ammoniaque n'a pas varié, mais que l'acide carbonique a augmenté; la combustion de la matière organique y est donc constante, et l'excès d'acide carbonique formé empêche la déperdition de l'ammoniaque.

» Si, dans beaucoup d'exploitations bien tenues, on change très souvent les litières dans les étables ou les écuries, on ne cure au contraire les bergeries qu'à de longs intervalles : une fois par mois, par exemple; c'est là une habitude à laquelle il faudra renoncer; elle entraîne des pertes d'ammoniaque considérables et exerce souvent une influence fâcheuse sur la santé des animaux.

» En résumé, les règles à suivre pour éviter les pertes d'ammoniaque pendant la fabrication du fumier sont très simples :

» 1° Conduire les litières salies sur la plate-forme, le plus souvent possible : tous les jours, par exemple;

» 2° Laver les rigoles de façon à ne pas y laisser séjourner les urines;

» 3° Arroser souvent le fumier avec le purin, de façon à y déterminer

une fermentation active; la production constante de l'acide carbonique, dans la masse bien tassée, s'oppose absolument à la diffusion de l'ammoniaque. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur le développement progressif de la grappe de raisin.* Note de MM. **Aimé Girard** et **Lindet**.

« L'étude que nous avons faite en 1893 et 1894 ([1]) sur la composition des raisins des différents cépages de France nous a engagés en 1895 à rechercher les transformations successives que la grappe subit dans ses différentes parties avant d'atteindre la maturité, c'est-à-dire l'état où nous l'avions examinée précédemment.

» Pour donner aux résultats un caractère aussi général que possible, nous avons soumis à la même analyse et simultanément des raisins de trois cépages différents, nettement caractérisés, et provenant de régions différentes aussi : des raisins d'*Aramon* (Hérault), des raisins de *Petit-Verdot* (Gironde), des raisins de *Pinot-Noir* (Saône-et-Loire). Nous avons pu faire des raisins de chacun de ces cépages cinq analyses successives, espacées d'une quinzaine de jours. Les échantillons ont toujours été choisis et expédiés avec le plus grand soin par trois des viticulteurs qui nous avaient déjà prêté leur concours en 1893, M. Crassous, M. G. Roy, M. E. Pétiot, auxquels nous adressons nos vifs remercîments. Les chiffres que nous donnons ici ne sont relatifs qu'au cépage Aramon; les autres résultats, ainsi que les détails des recherches, devant être publiés très prochainement dans le *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*.

» I. La rafle, qui soutient les grains, n'est pas sujette au même accroissement que ceux-ci; quelle que soit la maturité du raisin, les rafles de grappe moyenne, c'est-à-dire celles qui portent le même nombre de grains, présentent des poids sensiblement égaux.

» Aussi, doit-on s'attendre à ce que la composition chimique de ces rafles varie dans de faibles limites, et les seules différences que l'on constate tiennent, d'une part, à ce que la rafle se dessèche au cours de la maturation, d'autre part, à ce que la poussée vers le grain des matériaux éla-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 182, et *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, p. 694; 1895.

borés par les feuilles et les racines est plus ou moins active, ainsi que le Tableau ci-dessous permet de le juger.

		13 juillet.	29 juillet.	10 août.	26 août.	9 septembre.
Eau		90,24	81,61	80,65	80,16	74,53
Rafle supposée sèche.	Sucres	non dosés.	non dosés.	5,52	14,91	4,00
	Bitartrate de potasse	10,86	6,41	5,21	5,69	3,37
	Acide tartrique libre	néant.	néant.	0,05	0,10	0,23
	Tannin normal	10,24	4,78	3,87	5,69	4,86
	Tannin anhydride	7,14	4,02	3,46	4,83	5,37
	Matières azotées	non dosées.	5,43	4,18	6,45	4,94
	Celluloses	non dosées.	41,65	44,13	45,51	41,61
	Matières minérales [1]	non dosées.	7,22	7,12	non dosées.	8,59
	Matières non dosées	»	»	26,46	»	27,03
		»	»	100,00	»	100,00

» Cette inégalité dans la circulation à travers la rafle, dont il a été parlé plus haut, fait varier la proportion des sucres réducteurs entre des limites très éloignées; cette proportion est naturellement plus forte au moment de la véraison, comme si, dirigée vers cette pulpe qui ne peut la loger assez vite, la matière sucrée s'arrêtait en attente dans le canal d'alimentation que la rafle constitue.

» Les variations que la rafle subit dans la teneur de ses éléments acides suivent la même loi. La quantité de ces éléments acides (et spécialement la quantité de tartre) y diminue pendant que le grain mûrit. La production des acides se ralentit et ne compense plus les quantités qui s'accumulent dans le grain.

» Mais les autres éléments, les matières azotées, les matières ligneuses, les cendres se présentent en quantité constante, quelle que soit l'époque de la cueillette.

» Nous avons repris en 1895 l'étude, que nous avons ébauchée en 1894, d'un produit brun, de goût âpre, auquel nous avions donné le nom très impropre de *matière résineuse*. Cette matière appartient à la classe des *phlobaphènes*, et si l'on adopte l'opinion d'Etti, elle doit être considérée comme l'anhydride du tannin que les rafles renferment. Nous l'avons extraite de plusieurs façons, mais de préférence en faisant macérer les rafles dans l'éther à 53°, en évaporant dans le vide froid la couche hydro-

(1) Déduction faite du carbonate de potasse des rafles.

alcoolique que la diéthéralyse détermine et précipitant par l'eau le sirop obtenu ; le phlobaphène égoutté, puis séché sur l'acide sulfurique dans le vide, est une poudre brune, très peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante, soluble dans l'alcool et l'éther, soluble dans les alcalis et précipitable par les acides, soluble dans le tannin, précipitable par l'eau de brome, le chlorure de sodium, d'ammonium, etc. Il donne une coloration verte avec les sels de fer, précipite l'albumine et la gélatine, fournit de l'acide protocatéchique par l'action de la potasse fondante. Il offre donc les mêmes propriétés et, soumis d'ailleurs à l'analyse organique, il donne les mêmes chiffres de carbone (57,35 et 57,85) et d'hydrogène (4,71 et 4,75) que le phlobaphène qu'Etti a retiré des écorces de chêne et des cônes de houblon.

» Le dosage du tannin et du phlobaphène nous a montré un fait physiologique intéressant : c'est que ces deux matières se rencontrent souvent dans les rafles formant une somme constante; si un abaissement vient à se produire dans la teneur en tannin, il est compensé par la teneur en phlobaphène; le phénomène inverse a lieu, et il n'est pas téméraire de voir dans le tannin normal la forme de voyage des matériaux de cet ordre, et, dans son anhydride, leur forme de réserve.

» II. Des trois parties dont le grain est formé, la pulpe seule augmente de poids pendant la maturation; la peau et les pépins ne semblent pas contribuer à l'accroissement de ce grain. Le Tableau suivant indique le poids de peaux, de pépins et de pulpe, que renferment 100 grains de raisin Aramon :

	13 juillet.	29 juillet.	10 août.	26 août.	9 septembre.
	gr	gr	gr	gr	gr
Peaux	24,10	23,10	27,50	27,20	28,69
Pépins	6,80	9,25	8,95	8,00	7,11
Pulpe	87,10	202,70	288,50	364,80	414,20
Poids de 100 grains	118,00	235,05	324,95	400,00	450,00

» Le poids des peaux reste constant; le poids des pépins s'abaisse, au moment de la maturité; seul, le poids de pulpe s'accroît avec une étonnante rapidité.

» Cependant, chacune des parties constituantes du grain, même quand son poids semble rester stationnaire, est le siège de transformations intéressantes, et ce sont ces transformations, subies par l'un de nos raisins, l'Aramon, que résume le Tableau suivant, où les chiffres expriment les

quantités de matériaux accumulés dans la pulpe, les peaux et les pépins de 100 grains de raisin :

		13 juillet.	29 juillet.	10 août.	26 août.	9 sept.
		gr	gr	gr	gr	gr
Dans la pulpe de 100 grains.	Sucres réducteurs	0,43	2,19	15,56	35,98	57,57
	Bitartrate de potasse	0,41	0,86	1,63	1,68	2,34
	Acide tartrique libre	0,31	1,01	0,80	0,44	0,22
	Acide malique	1,95	3,65	4,39	2,08	1,99
	Acides autres (1)		1,15	0,86	2,00	1,03
	Matières azotées	0,10	0,30	0,43	0,51	1,21
	Matières minérales (2)	0,06	0,14	0,17	0,40	0,67
Dans les peaux de 100 grains.	Matière sèche	3,22	3,82	5,54	6,09	6,55
	Bitartrate de potasse	0,08	0,29	0,26	0,14	0,09
	Acide tartrique libre	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00
	Acide malique et autres (1)	0,47	0,37	0,25	0,20	0,23
	Tannin normal	0,12	0,23	0,27	0,27	0,28
	Tannin anhydride	0,13	0,23	0,36	0,22	0,23
	Matières azotées	0,12	0,28	0,30	0,39	0,66
	Celluloses	»	2,60	»	2,34	1,98
	Matières minérales (2)	0,08	0,08	0,19	0,17	0,42
Dans les pépins de 100 grains.	Matière sèche	0,78	4,39	5,28	5,00	4,50
	Huile	0,05	0,54	0,89	0,98	0,79
	Tannin normal	0,11	0,32	0,37	0,30	0,19
	Tannin anhydride	0,10	0,15	0,10	0,12	0,35
	Matières azotées	0,14	0,42	0,44	0,41	0,35
	Celluloses	»	2,49	2,60	2,50	2,14
	Matières minérales (2)	»	0,11	0,14	0,14	0,11

» A. *Étude de la pulpe.* — Durant la première période de la végétation du grain, la pulpe se constitue, s'enrichit de matériaux divers et principalement d'éléments acides; mais le sucre n'y apparaît qu'en petite quantité; au moment de la véraison, qui s'est produite pour l'Aramon vers le 9 août, c'est-à-dire à la troisième cueillette, le régime physiologique se modifie : le sucre s'accumule dans la pulpe qui se forme et se déshydrate, pendant que les éléments acides disparaissent.

» Nous avons rencontré quelquefois, surtout dans la pulpe de raisins verts, à côté du sucre réducteur, et sans que nous puissions affirmer l'exis-

(1) Exprimés en acide malique.
(2) Déduction faite du carbonate de potasse du tartre.

tence du saccharose, une petite quantité de sucre susceptible d'inversion. Le pouvoir rotatoire du sucre réducteur a été toujours, au début, trouvé dextrogyre, atteignant jusqu'à 65°, et supérieur par conséquent à celui du dextrose. Nous avons assisté, pendant la maturation, à l'apport continu du lévulose lévogyre, et avons constaté, à la maturité, que les deux sucres s'étaient, dans la pulpe, accumulés en parties égales; ces faits avaient été d'ailleurs mis déjà en évidence par plusieurs expérimentateurs, MM. Bouffard, Dugast et Pousset, etc.

» Si l'on considère le poids d'acide tartrique libre et combiné, contenu dans la pulpe de 100 grains, on remarque que celui-ci augmente continuellement; une partie de l'acide tartrique formé peut être brûlée, mais la plus grande partie est fixée à l'état de bitartrate de potasse; l'acide tartrique libre, l'acide malique (que nous sommes parvenus à doser en nous basant sur la différence de solubilité à chaud et à froid du malate de plomb), les autres acides, parmi lesquels nous avons reconnu la présence de l'acide glycolique, disparaissent par combustion directe.

» Nous avons établi par des expériences nombreuses, et en disséquant des grains de différente maturation, qu'au début de la végétation, la zone de pulpe environnant les pépins est plus riche en sucre, plus pauvre en acides, que la zone périphérique, et que, dès la véraison, au moment où les acides commencent à disparaître, le régime de distribution change totalement, la pulpe extérieure devenant plus sucrée et moins acide que la pulpe située au centre du grain.

» Au moment de la maturité, on voit la quantité de matières azotées contenues dans 100 grains, augmenter dans des proportions considérables, devenir triple, quadruple et même, dans le cas de l'Aramon, décuple de ce qu'elle était au début. Il en est de même des matières minérales qui s'accumulent dans la pulpe au dernier moment de la maturité. Les peaux, dont nous parlerons plus loin, subissent également cette augmentation brusque dans la teneur en matières azotées et en matières minérales.

» B. *Étude des peaux*. — Le peu de variabilité que l'on observe dans le poids de la peau recouvrant chaque grain montre que celle-ci se distend au fur et à mesure que le grain grossit; mais elle ne conserve pas une composition constante; elle se déshydrate peu à peu et s'assimile de nouveaux matériaux sans changer sensiblement de poids.

» Les éléments acides se modifient; le poids de bitartrate de potasse, contenu dans 100 peaux, augmente jusqu'à la véraison puis diminue rapi-

dement; les acides malique et autres, accumulés dès le début dans le grain, tendent à disparaître bien avant la maturation.

» Le tannin, qui, dans ce cas encore, est accompagné de son anhydride, augmente en poids jusqu'à la véraison, et, à partir de cette époque jusqu'à la maturité, il reste stationnaire.

» La production de cette matière odorante, dont nous avions signalé autrefois l'importance, et qui impose au vin le caractère du cépage dont il provient, devait naturellement attirer notre attention. Nous avons fait macérer des peaux de chaque cueillette dans l'alcool faible; aidés de l'expérience d'un dégustateur émérite, M. Cuvillier, nous avons constaté que, au début, les liqueurs alcooliques présentaient un goût de *vert* prononcé, et que l'on ne percevait nettement le bouquet dont nous avons parlé que quand la véraison avait commencé; ce bouquet s'accentuait alors jusqu'à la maturité et devenait caractéristique du cépage.

» C. *Étude des pépins*. — Les pépins semblent avoir une vie beaucoup plus indépendante. Une fois le pépin constitué, c'est-à-dire avant même la véraison, le poids des celluloses, des matières azotées, des matières minérales reste sensiblement constant. Il en est de même du tannin et de son anhydride dont les poids, ainsi qu'il a été dit à propos de la rafle, sont complémentaires, le tannin augmentant au début, tandis que le phlobophène tend à disparaître, celui-ci reparaissant à la fin de la maturation, au moment où le tannin diminue.

» Les pépins, noyés dans la pulpe même, se dessèchent progressivement et perdent plus de la moitié de leur poids d'eau. Mais ce n'est pas seulement à cette dessiccation qu'il faut attribuer la diminution de poids des pépins de 100 grains que nous avons signalée plus haut. Une certaine quantité de l'huile, dont la production a été progressive au cours de la végétation, disparaît au dernier moment, par un phénomène de combustion intracellulaire. Le pépin perd en même temps une partie de sa matière azotée, de ses celluloses et de ses matières minérales. Cette modification coïncide avec une production plus abondante des acides gras volatils que nous avons cette année reconnus être en partie à l'état libre, mais surtout à l'état de glycérides. »

CHIRURGIE. — *Des modifications subies par les lambeaux dermiques dans la greffe autoplastique et des conditions qui favorisent leur accroissement en surface;* par M. **Ollier**.

« Dans ma précédente Communication sur les greffes autoplastiques, comme moyen de réparer les grandes pertes de substance de la peau ([1]), j'ai envisagé surtout la question au point de vue chirurgical. Il me reste à l'examiner au point de vue physiologique, c'est-à-dire à étudier les modifications que subissent les transplants dans leur structure, leur nutrition et leurs dimensions, en rapprochant ces faits des observations analogues consignées dans l'histoire de la greffe animale. Mais je n'insisterai pas sur cet ordre d'arguments; malgré l'analogie qu'on trouve dans les processus d'adhésion et dans les conditions qui les favorisent, c'est uniquement par les faits observés sur l'homme que nous pouvons connaître la valeur de la greffe en Chirurgie.

» Le point que je veux envisager particulièrement aujourd'hui, c'est l'accroissement des lambeaux de peau transplantés et le mécanisme de leur augmentation en surface. Et d'abord cet accroissement existe-t-il? Est-il réel ou apparent? Dans le fait que j'ai soumis à l'Académie, en l'accompagnant de dessins très démonstratifs, l'augmentation en surface des lambeaux dermiques transplantés sur une plaie, après séparation complète, est incontestable. Deux de ces lambeaux, longs de $0^{m},09$, ont aujourd'hui $0^{m},11$ environ (110^{mm} et 116^{mm}) et pour cette mensuration je ne tiens compte que de la partie réellement dermique, et je néglige la zone périphérique due aux expansions conjonctivo-épidermiques parties des bords du lambeau. Ces expansions périphériques augmentent bien la surface apparente du lambeau, mais ne constituent pas une peau véritable; elles sont le résultat de la prolifération des cellules de la couche de Malpighi. Les greffes faites sur le blanc avec la peau de nègre permettent bien de saisir ce processus.

» Cette zone périphérique se confond avec les bords amincis du lambeau taillé par le bistouri ou le rasoir, mais elle se distingue toujours de la partie dermique épaisse, souple, douce au toucher, garnie ou non de poils, qui

---

([1]) *Comptes rendus*, 1er mai 1898.

constitue la portion fondamentale de la greffe autoplastique. L'accroissement en surface de ce derme transplanté, démontré par des mensurations faites à diverses époques, est un fait difficile à expliquer, parce qu'il est en contradiction avec ce que nous savons sur l'avenir des lambeaux de tissus vivants transplantés, chez l'adulte.

» L'atrophie plus ou moins grande des tissus transplantés est la règle; et le plus souvent l'atrophie arrive bientôt à la résorption complète pour les lambeaux transplantés au milieu des tissus où ils ne vivent pas normalement.

» Quelque rapide et complète que soit l'adhésion, quelque nombreuses que soient les relations vasculaires qui s'établissent entre le transplant et le sujet récepteur, nous n'avons jamais vu sur l'homme le transplant prendre une nouvelle énergie végétative. Il y a, du reste, ici une différence essentielle à établir suivant l'âge des sujets, et nous pouvons à cet égard invoquer les faits expérimentaux pour nous en rendre compte.

» Un transplant, pris sur un sujet adulte qui n'a plus à grandir, n'acquiert pas de propriétés végétatives nouvelles par le fait de la transplantation. Il peut paraître, à un moment donné, turgescent, plus épais, grâce à l'activité d'une circulation nouvelle qui l'irrigue abondamment; mais cette turgescence n'est que temporaire, et bientôt le tissu transplanté reprend sa dimension première et diminue ensuite plus ou moins rapidement.

» Si le transplant est pris sur un sujet jeune, qui a encore beaucoup à grandir, les conditions sont différentes, ses éléments cellulaires n'ayant pas épuisé leur énergie proliférante.

» En expérimentant sur les animaux, on voit que la transplantation peut augmenter, et même considérablement, les propriétés végétatives de certains tissus. Duhamel l'a depuis longtemps démontré en greffant des ergots de jeunes poulets dans des crêtes de coq. Dans ces conditions, le transplant s'hypertrophie et peut acquérir une longueur de plusieurs pouces.

» Les lambeaux de périoste transplantés au milieu de tissus étrangers à l'ossification éprouvent immédiatement une suractivité de leur prolifération cellulaire. Ils fournissent, au bout de quelques jours, une masse de cartilage et d'os supérieure à celle qu'ils auraient fournie normalement dans le même laps de temps. Mais cette suractivité végétative n'est que temporaire, et leur rendement final n'est pas supérieur à celui qu'ils auraient fourni dans des conditions normales, sauf dans les conditions

d'irritation méthodique et progressive que j'ai étudiées autrefois à propos des os hétérotopiques.

» Dans notre fait de greffes cutanées autoplastiques nous nous trouvons dans des conditions tout à fait différentes. Le sujet avait cinquante ans et l'accroissement normal de la peau était depuis longtemps arrêté. Comment alors expliquer l'augmentation en surface que nous avons constatée?

» Cette augmentation n'a pas porté proportionnellement sur tous les lambeaux, et elle ne s'est pas également manifestée dans tous les sens. S'il est des lambeaux qui ont augmenté d'un quart en longueur, d'autres n'ont pas sensiblement varié. L'ensemble des greffes a cependant augmenté puisque l'espace qu'elles recouvrent est plus long de 4^{cm} et plus large de 15^{mm}.

» Pour nous, la cause de cet agrandissement de l'espace occupé primitivement par la plaie (espace qui aurait dû se rétrécir beaucoup si la plaie eût guéri par cicatrisation naturelle) tient aux mouvements de la région et à l'extension exercée sur les lambeaux dermiques par ces mouvements. Le genou est devenu plus mobile depuis que l'opération a fait disparaître le tissu cicatriciel qui bridait les mouvements, et c'est sur la partie postérieure de la plaie que dans l'extension du membre les tissus éprouvent la plus grande tension. Or, ce sont justement les lambeaux situés en arrière qui présentent l'accroissement le plus considérable.

» L'augmentation en surface des lambeaux n'est pas uniquement expliquée, sans doute, par le phénomène physique de l'extension exercée sur eux. En augmentant en surface, ils n'ont pas perdu leur épaisseur. L'extension répétée dans les mouvements du membre provoque certainement des modifications nutritives par l'irritation de leurs éléments anatomiques. Cette irritation est suivie d'un certain degré d'hyperplasie interstitielle qui conserve aux lambeaux leur épaisseur et leur consistance, comme lorsque la peau normale est refoulée par le développement d'une tumeur profonde. Les lambeaux dermiques, qui s'étaient retirés sur eux-mêmes par une rétraction inévitable au moment de leur séparation, paraissent particulièrement disposés à éprouver ces effets de l'extension. Ils sont en quelque sorte déplissés par les tiraillements périphériques. Ce qui vient, en outre, confirmer la théorie que nous exposons, c'est que les poils qu'on retrouve sur les lambeaux sont plus éloignés les uns des autres que dans la région où le lambeau a été pris; mais ce sont là des points de repère difficiles à préciser. Quoi qu'il en soit, rien ne vient démontrer l'agrandissement

propre, spontané, c'est-à-dire l'agrandissement par hypernutrition ou hyperplasie interstitielle et primitive du lambeau. Jamais nous n'avons observé cette augmentation en surface des lambeaux transplantés sur des régions fixes ou qui ne sont pas soumises à des mouvements étendus. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'obtention de cultures et d'émulsions homogènes du bacille de la tuberculose humaine en milieu liquide et « sur une variété mobile de ce bacille »*. Note de M. S. Arloing.

« Dans le but de me livrer à des études sur le phénomène de l'agglutination, je tentais depuis longtemps d'obtenir des émulsions homogènes de bacilles de Koch, en partant de cultures sur milieu solide. Ces tentatives avaient très médiocrement réussi; mais, dernièrement, j'ai atteint mon but de deux manières : 1° en obtenant sur milieu solide des cultures faciles à émulsionner; 2° en obtenant des cultures homogènes dans du bouillon glycériné.

» Pareil changement dans l'état de ce bacille étant difficile à réaliser, je juge utile de dire mon *modus faciendi*.

» I. J'ai obtenu les premières sur la pomme de terre cuite. Le succès est subordonné à la qualité des pommes de terre et à l'imprégnation constante du support nutritif par l'eau glycérinée.

» Les pommes de terre qui ne brunissent pas à la cuisson, qui abandonnent facilement au lavage l'amidon des cellules ouvertes sur la coupe m'ont paru les meilleures. Je les fais cuire convenablement; je les divise en tranches rectangulaires que j'introduis dans un tube de verre *ad hoc*, rétréci vers son quart inférieur; je dépose au-dessous du rétrécissement une certaine quantité d'eau additionnée de 6 pour 100 de glycérine neutre; je ferme l'entrée du tube avec un tampon de coton et un capuchon de caoutchouc et je stérilise le tout une dernière fois à + 111°-115°. Je féconde ensuite l'une des faces de la tranche de pomme de terre et je dépose le tube dans une étuve chauffée à 38°-39° en l'inclinant de telle sorte que la face ensemencée regarde en haut et que l'eau glycérinée vienne baigner l'extrémité inférieure de la tranche.

» Dans ces conditions, la culture réussit toujours plus ou moins. Je la renouvelle à plusieurs exemplaires en empruntant la semence à des colonies vigoureuses. Dans le nombre, j'ai trouvé des cultures dont les colonies rapprochées, luxuriantes, avaient un aspect gras et brillant. Je me suis

attaché à les reproduire, supposant que l'on pourrait aisément diviser leurs colonies et mettre les bacilles qui les constituent en suspension dans le bouillon ou le sérum artificiel.

» Les faits ont répondu à mon attente. Ces colonies grasses, brillantes, peuvent être émulsionnées sous les frictions d'une simple baguette de verre ou mieux dans un petit mortier d'agate.

» Si la division paraît imparfaite, on place l'émulsion dans un petit tube et l'on ne tarde pas à obtenir, dans les couches supérieures, un liquide où les bacilles sont tous libres et indépendants les uns des autres.

» II. J'ai obtenu des cultures homogènes liquides en partant des cultures précédentes. Parmi elles, il en est dont les colonies, situées près du bord inférieur de la tranche, s'étendent à la surface de l'eau glycérinée qui vient baigner la pomme de terre, et d'autres dont les colonies se désagrègent et troublent la transparence du liquide aussitôt qu'elles se projettent au delà de leur support solide. Les premières possédant la tendance à végéter en voile à la surface des liquides, je les ai abandonnées. Quant aux secondes, j'ai constaté que plusieurs pouvaient végéter et parfois d'emblée dans la profondeur d'un bouillon glycériné.

» Je crois avoir favorisé l'apparition de cette aptitude par les manœuvres suivantes : tous les deux jours, j'immergeais doucement dans l'eau glycérinée la face ensemencée des tranches de pomme de terre, par un simple mouvement de rotation des tubes, de manière à accoutumer les colonies au contact du liquide au fur et à mesure de leur croissance et à entraîner, par une sorte de friction extrêmement légère, les bacilles les plus superficiels et les plus faciles à séparer de leurs voisins; au bout de quelques semaines, l'eau glycérinée était transformée en une véritable émulsion de bacilles.

» Ce résultat obtenu, je l'ai conservé en bouillon glycériné par le système de l'agitation. Plusieurs fois par jour, à partir du moment de l'ensemencement, j'agitais ou je faisais agiter vivement les matras dans lesquels je poursuivais les cultures.

» Le bouillon de ces matras reste limpide pendant trois à quatre jours, puis une végétation légère apparaît sur le fond; celle-ci fait des progrès et bientôt le bouillon se trouble dans toute sa masse. Beaucoup plus tard, la culture tend à s'éclaircir comme une culture quelconque.

» III. Si l'on porte sous le microscope une goutte de ces cultures à n'importe quelle période de leur évolution, on s'assure qu'elle est peuplée d'organismes mobiles dont quelques-uns donnent la sensation visuelle des

microcoques. Mais, après avoir séché, fixé et coloré la préparation, on s'aperçoit qu'elle est peuplée exclusivement de bacilles uniformes. La sensation précitée est donc l'effet de la mobilité des organismes qui peuvent s'offrir à l'observateur par une de leurs extrémités.

» Ces bacilles sont isolés, rarement accolés, droits ou légèrement courbés, souvent granuleux, un peu plus gros que les bacilles contenus dans les crachats de tuberculeux, et présentent la réaction caractéristique aux procédés de coloration de Ziehl et d'Ehrlich.

» On peut donc obtenir des cultures et des émulsions homogènes de bacilles de la tuberculose humaine. Dans les cultures en bouillon et à la sortie de l'étuve, les bacilles de la tuberculose peuvent être doués de mouvements très agiles; conséquemment, l'immobilité n'est pas pour eux une caractéristique absolue, ainsi qu'on l'admet généralement. »

M. **Van Tieghem**, en offrant à l'Académie, pour sa Bibliothèque, les deux Volumes de la troisième édition de ses *Éléments de Botanique*, s'exprime en ces termes :

« J'ai fait, naturellement, tous mes efforts pour mettre cette édition nouvelle au courant de tous les progrès accomplis en Botanique depuis l'année 1893, date de l'achèvement de la deuxième édition. Ces progrès ont intéressé : d'une part, la Morphologie et la Physiologie des plantes, c'est-à-dire la Botanique générale, traitée dans le premier Volume; d'autre part, l'Histoire des familles végétales, c'est-à-dire la Botanique spéciale, qui fait l'objet du second Volume. De là, dans le premier Volume, toute une série de modifications et d'additions, portant notamment sur la structure de la racine, de la tige et de la feuille, sur la formation de l'œuf, etc., qui l'ont augmenté de cinquante pages avec les figures correspondantes. De là surtout, dans le second Volume, un remaniement complet de la Classification des Phanérogames, où il a fallu introduire une classe nouvelle, celle des Liorhizes dicotylées, intermédiaire aux Liorhizes monocotylées, ou Monocotylédones, et aux Climacorhizes, ou Dicotylédones, où il a fallu aussi, chez ces dernières, faire une place au groupe nouveau des Inséminées, avec ses cinq ordres et ses trente-neuf familles, remaniement qui a nécessité une addition de cent pages avec les figures correspondantes.

» C'est, en somme, pour l'Ouvrage entier, une augmentation de cent cinquante pages, qui, jointe à une foule de corrections et de modifications de détail, fait de cette édition un Livre véritablement nouveau. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1898.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Grand prix des Sciences mathématiques (prix du Budget). — MM. Darboux, Picard, Poincaré, Jordan, Hermite.

Prix Bordin (*Sciences mathématiques*). — MM. Poincaré, E. Picard, Maurice Lévy, Appell, Darboux.

Prix Damoiseau. — MM. Callandreau, Faye, Lœwy, Wolf, Radau.

Prix Fourneyron. — MM. Sarrau, Maurice Lévy, Léauté, Boussinesq, Sebert.

Prix Pourat. — MM. Bouchard, Marey, d'Arsonval, Chauveau, Guyon.

Prix Gay. — MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Milne-Edwards, Grandidier.

Commission chargée de présenter une question de grand prix des Sciences mathématiques (prix du Budget) *pour l'année* 1900. — MM. Poincaré, Darboux, Hermite, Jordan, E. Picard.

Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (*Sciences mathématiques*) *pour l'année* 1900. — MM. Poincaré, Darboux, E. Picard, Appell, J. Bertrand.

Commission chargée de présenter une question de prix Gay, pour l'année 1900. — MM. Gaudry, Marcel Bertrand, de Lapparent, Fouqué, Michel Lévy.

Commission chargée de présenter une question de prix Pourat pour l'année 1900. — MM. d'Arsonval, Marey, Chauveau, Bouchard, Duclaux.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **H. de Sarrauton** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Théorie et application du système de l'heure décimale ».

(Renvoi à la Commission nommée pour l'étude de la modification de l'heure nationale.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Explication simple de plusieurs phénomènes célestes par les rayons cathodiques.* Note de M. H. **Deslandres**.

« Dans l'avant-dernière séance M. Goldstein a signalé plusieurs coïncidences d'idées et de résultats dans les Mémoires que nous avons publiés l'un et l'autre sur les rayons cathodiques. Je crois devoir présenter quelques remarques sur les points soulevés par M. Goldstein, en ajoutant quelques faits nouveaux et en insistant sur l'explication simple que les rayons cathodiques assurent à plusieurs phénomènes célestes.

» J'ai été conduit, par l'observation de l'éclipse totale du Soleil de 1893 au Sénégal, à attribuer la couronne ou partie haute de l'atmosphère solaire à un simple phénomène cathodique; puis, pour éclaircir certains points, j'ai fait une série d'expériences de laboratoire, dont j'ai donné les résultats principaux en 1897, dans quatre Notes successives à l'Académie ([1]).

» Or, dans la première de ces Notes, deux des faits présentés ont été observés antérieurement par M. Goldstein, et décrits par lui dans un Mémoire remarquable (*Eine neuefform electrischer Abstossung;* 1880) que je ne connaissais pas alors, et qui n'a pas été inséré dans les revues périodiques. Ces deux faits sont les suivants : 1° Un rayon cathodique est attiré par une anode; 2° La répulsion du rayon par une cathode ne se produit plus lorsqu'un corps solide est interposé ([2]). Je suis heureux de reconnaître ici la priorité de M. Goldstein, qui a découvert, comme on sait, plusieurs propriétés importantes des rayons cathodiques.

» D'autre part, je profite de cette occasion pour signaler que le fait

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 678, 945, 1297 et t. CXXV, p. 373.

([2]) Cependant des expériences non encore publiées m'ont montré que le second fait n'est peut-être pas aussi général que M. Goldstein et moi avons pu le penser au début. Un faisceau cathodique, limité par une fente étroite, passe à côté d'un fil métallique, qui est parallèle à la fente, et dont la moitié supérieure est entourée par un tube de verre ordinaire de 1^{mm} d'épaisseur. Lorsque le fil est cathode ou relié à la terre, le demi-faisceau inférieur subit la forte déviation habituelle; le demi-faisceau supérieur se divise en deux parties distinctes : une partie intense non déviée, et une partie moins brillante, qui est nettement repoussée. De nouvelles expériences sont nécessaires pour l'interprétation des résultats.

principal de ma seconde Note a été attribué à tort, en Allemagne, à M. Goldstein (*Beiblätter der Annalen der Physik und Chemie von E. Wiedemann*, 1897, p. 650 et 780).

» En effet, la répulsion par une cathode du rayon cathodique émis par une autre cathode a été découverte, avant 1880, par M. Goldstein qui lui a donné le nom de *déflexion*. Mais ensuite j'ai reconnu, et le premier à ma connaissance, que le rayon repoussé se divise le plus souvent en plusieurs rayons inégalement repoussés, qui, dans des circonstances favorables, apparaissent séparés. J'ai appelé *rayons cathodiques simples* ces rayons inégalement repoussés qui, comme je l'ai montré ensuite, correspondent à des oscillations électriques simples.

» De même, la déviation subie par un rayon de lumière ordinaire qui traverse un corps transparent a été reconnue avant la division simultanée de ce rayon en rayons *simples*, distincts et inégalement déviés.

» De plus je ne puis admettre les coïncidences d'idées et de résultats que M. Goldstein signale sur les autres points. M. Goldstein s'appuie sur des passages de mes Notes, et de très bonne foi, comme il résulte des explications échangées; mais un des passages cités est incomplet; dans un autre le sujet est changé. En réalité le sens est modifié.

» Ainsi, au passage cité (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 375) « Le rayon » dévié par une capacité s'étale dans le sens perpendiculaire à la dévia- » tion », il faut ajouter la suite « d'autant plus que le rayon est plus » dévié ». Le résultat qui se rapporte aux rayons simples repoussés inégalement et séparés apparaît alors distinct du résultat antérieur de M. Goldstein qui est relatif au même sujet, mais s'applique aux rayons confondus.

» Je passe aux idées que nous avons émises l'un et l'autre sur l'intervention des rayons cathodiques dans plusieurs phénomènes célestes. Certes, M. Goldstein a admis, *a priori*, dès l'année 1881, que le Soleil pouvait émettre des rayons cathodiques, aussi bien que des rayons lumineux, et exercer ainsi une certaine action sur la Terre; mais il n'indique pas comment et par quelles parties du Soleil ces rayons sont émis et comment ils agissent sur la Terre. Plus tard, il a expliqué les comètes par les rayons cathodiques secondaires et par la déflexion.

» Pour ma part, j'ai été conduit à des idées analogues par une voie tout autre, par la reconnaissance de régions d'émission de rayons cathodiques dans l'atmosphère solaire. J'ai exposé ces résultats dans mon Mémoire sur les *Observations de l'éclipse de* 1893 (Gauthier-Villars; 1896), Mémoire que ne cite pas M. Goldstein.

» L'étude spectrale de la chromosphère ou partie basse de l'atmosphère solaire montre qu'elle est un phénomène électrique qui, même, est comparable au phénomène de l'électricité atmosphérique terrestre. Or la partie haute de la chromosphère est électrisée et raréfiée, et, donc, doit émettre des rayons cathodiques. Ces rayons, à peu près normaux à la surface solaire, sont plus intenses aux points où la chromosphère est elle-même plus brillante, c'est-à-dire au-dessus des taches et facules. J'explique alors aisément, d'abord la couronne entière du Soleil avec ses rayons, ensuite les comètes avec leurs queues multiples, et les relations avec le magnétisme terrestre.

» Mais, dans cette explication et pour les comètes en particulier, je n'ai pas recours, comme M. Goldstein, aux rayons cathodiques secondaires et à la déflexion, au moins pour les parties principales du phénomène. Je n'ai pas écrit le passage cité : « La déflexion explique bien la force répulsive émanée du Soleil ». Le sujet de la phrase est tout autre. J'ai écrit : « L'émission de rayons cathodiques par la chromosphère supérieure explique bien.... » (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 678).

» En fait, pour moi, la force répulsive du Soleil est due simplement à la répulsion bien connue que le rayon cathodique primaire exerce sur le corps qu'il frappe (Crookes). Si l'on considère une petite particule, l'attraction du Soleil ou de tout autre corps est proportionnelle à sa masse; mais la répulsion du rayon cathodique est proportionnelle à sa surface, et, avec une particule suffisamment petite, peut dépasser l'attraction. C'est ainsi que les petites particules qui occupent les parties hautes des atmosphères stellaires sont repoussées par les rayons cathodiques et donnent naissance aux rayons de la couronne solaire et aux queues des comètes (¹).

» Le rayon cathodique échauffe et illumine par phosphorescence les corps qu'il rencontre, d'où en partie la lumière propre de la couronne solaire et des comètes.

» Le rayon cathodique apporte avec lui une charge négative (Perrin), ce qui modifie le champ électrique et magnétique de l'astre, et produit des décharges électriques (lumière propre des comètes, aurores boréales) et aussi les orages magnétiques terrestres.

» En résumé, les phénomènes cathodiques se passent dans l'espace

---

(¹) Les queues multiples sont dues soit à la présence de particules différentes (d'après les idées de M. Bredikhine), soit à la division du rayon cathodique solaire en rayons simples.

interplanétaire entre les parties hautes des atmosphères stellaires, parties suffisamment raréfiées pour permettre l'émission et la propagation des rayons ([1]).

» Je signale en terminant une conséquence de la théorie, qui se prête à une vérification. Les variations passagères d'éclat des comètes doivent correspondre au passage de fortes taches près de la ligne qui joint la comète au centre du Soleil. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'agrandissement des disques du Soleil et de la Lune à l'horizon.* Note de M. **D. Éginitis**, présentée par M. Lœwy.

« Depuis l'antiquité on a proposé plusieurs théories pour rendre compte de l'agrandissement apparent des disques du Soleil et de la Lune près de l'horizon; parmi ces hypothèses nous allons citer les principales, pour les comparer avec une série d'observations que nous avons faites sur ce sujet.

» I. D'après Descartes, une erreur de jugement concourt à la production de ce phénomène, en nous faisant supposer les astres plus éloignés lorsqu'ils sont près de l'horizon que lorqu'ils sont au zénith, par suite de l'interposition d'un grand nombre d'objets terrestres. Une seconde cause productrice de cette apparence serait que nous comparons alors la grandeur de l'astre avec celles des objets placés sur la Terre. Ces hypothèses sont repoussées par nos observations suivantes :

» 1° Lorsqu'on observe le Soleil ou la Lune au moment où ces astres se lèvent à un horizon de mer, ils nous paraissent tellement gros que nous leur attribuons une grandeur presque double de celle qu'ils semblent avoir au méridien. Mais cette grandeur, fort exagérée, ne continue pas à paraître pendant longtemps; quelques moments après elle diminue rapidement à mesure que les astres s'élèvent; déjà, à une petite hauteur, la grandeur du disque est encore sensiblement plus grande qu'au zénith, mais elle diffère de beaucoup de celle que l'astre paraît avoir au moment du lever. Or l'influence de l'interposition des objets terrestres n'est pas sensiblement changée, tandis que la grandeur apparente des astres diminue constamment et rapidement. Les mêmes raisons indiquent que la comparaison avec les objets terrestres ne peut être invoquée.

» 2° Lorsque ces astres se lèvent derrière une montagne voisine, et, par conséquent, à une hauteur assez grande, on voit que leur agrandissement apparent est le même que celui qu'ils ont à la même hauteur, mais à un horizon découvert, comme celui de la

---

([1]) D'après ces idées, les planètes, grâce à leur électricité atmosphérique, doivent émettre aussi des rayons cathodiques, et présenter aussi, sous l'action des autres astres, mais en très petit, le phénomène des queues cométaires.

mer. La grandeur que ces astres nous semblent alors avoir est beaucoup plus petite qu'à la distance zénithale de 90°, bien que l'influence de l'interposition des objets terrestres existe aussi, et agisse *au moins* de la même manière sur la distance apparente. Dans ce cas, on voit que, malgré l'interposition des objets terrestres, le diamètre ne diffère pas de celui qu'il a à la même hauteur au-dessus d'un horizon libre.

» 3° L'agrandissement des disques va en diminuant graduellement. Si l'interposition des objets terrestres était la cause du phénomène en question, cette diminution graduelle jusqu'au zénith n'aurait pas lieu; car, à partir d'une certaine hauteur, l'interposition des objets terrestres n'existe plus.

» 4° Les disques de ces astres à l'horizon paraissent d'autant plus gros que l'altitude du point où l'on observe est plus grande. Ce n'est donc pas évidemment l'interposition des objets terrestres qui produit le phénomène, puisque son influence ne varie pas sensiblement avec l'altitude et n'existe absolument pas pour un horizon de mer.

» 5° Si l'on observe les astres près de l'horizon, derrière un obstacle qui le masque ainsi que les objets intermédiaires, on voit que la grandeur des astres n'en est pas influencée; ils paraissent aussi grands que dans le cas où nous les observons sans l'obstacle, quelques moments avant ou après l'interposition des objets.

» 6° En observant le Soleil près de l'horizon et à différentes hauteurs, à l'œil nu et avec des verres colorés, je n'ai pas trouvé de différence sensible dans la grandeur, bien que certains verres fussent assez épais pour ne laisser voir ni l'horizon ni les objets.

» 7° En observant le Soleil à son coucher, de diverses places, desquelles la distance de l'horizon, pour plusieurs raisons locales, me paraissait varier considérablement, je n'ai pas remarqué des différences sensibles dans la grandeur de cet astre.

» II. Alhazen attribue l'agrandissement des astres près de l'horizon à la forme surbaissée de la voûte céleste. La première des observations ci-dessus est contre cette explication; la distance à laquelle est projetée, sur la voûte céleste, l'astre jusqu'à une certaine hauteur, paraît sensiblement la même quel que soit le surbaissement; toutefois, la grandeur diminue très rapidement avec la hauteur; elle ne reste qu'environ la moitié à une élévation de quelques degrés, alors que le rayon de la voûte céleste ne change pas sensiblement. La deuxième observation aussi ne s'accorde pas avec cette hypothèse. En effet, lorsque le Soleil se couche derrière une montagne voisine et, par conséquent, à une assez grande hauteur, le ciel n'y est presque pas surbaissé et pourtant le disque de l'astre paraît aussi grand lorsqu'on l'observe à la même hauteur, du côté complètement découvert de l'horizon, où le ciel paraît surbaissé.

» 8° En observant le Soleil à son coucher avec un ciel très surbaissé et un ciel presque sphérique, on ne remarque pas une différence sensible dans la grandeur de son disque. La quatrième observation ne s'accorde pas non plus avec cette explication. En effet, le surbaissement du ciel ne change pas considérablement avec l'altitude; il est vrai que, plus on s'élève sur une montagne, plus la distance de l'horizon à laquelle on projette les

astres augmente; mais cette augmentation n'est point analogue à l'accroissement de la grandeur apparente qu'on observe avec celui de la distance zénithale correspondante. D'ailleurs, si l'agrandissement avec l'altitude provenait de l'augmentation de la distance à laquelle on reporte les astres, quand on les observe avant leur coucher derrière une montagne élevée très éloignée, on devrait les voir beaucoup plus grands qu'au moment de leur lever à un horizon de mer. Mais il n'en est rien; la grandeur du disque reste la même.

» La cinquième observation aussi s'oppose à cette hypothèse; si cette théorie était exacte, l'interposition d'un objet masquant à la fois l'horizon et son surbaissement devrait évidemment avoir une grande influence sur la grandeur apparente des astres. La sixième observation est également contraire à l'hypothèse d'Alhazen; les verres colorés épais, à travers lesquels on voit les astres à l'horizon aussi grands qu'à l'œil nu, nous cachent l'horizon et font disparaître l'influence de son surbaissement.

» 9° En observant la Lune, avant son premier quartier, pendant la nuit, près de l'horizon, à un moment où les objets éloignés sont invisibles et la voûte céleste ne paraît pas surbaissée, on la voit ordinairement beaucoup plus grande qu'au zénith.

» III. Alhazen cite aussi une autre explication, d'après laquelle l'agrandissement de ces astres près de l'horizon provient de ce qu'ils paraissent moins lumineux qu'au zénith; par suite de cet affaiblissement d'éclat, on les croit plus éloignés près de l'horizon qu'au zénith, et, par conséquent, plus grands. Les observations suivantes contredisent cette théorie :

» 10° Ayant observé le Soleil à travers des verres colorés de différentes épaisseurs et à l'œil nu, et, par conséquent, avec des éclats très différents, nous n'avons pas trouvé des différences sensibles de grandeur à la même hauteur.

» 11° Lorsque ces astres se trouvent masqués par des nuages près du zénith et paraissent même moins lumineux qu'à l'horizon, leur grandeur n'en est pas influencée.

» 12° Avec les mêmes conditions atmosphériques, on observe quelquefois d'un jour à l'autre, et même d'un moment à l'autre, des grandeurs très différentes du Soleil.

» Toutes ces dernières observations sont également contraires à la théorie de Gassendi, qui a attribué le phénomène à une influence provenant de la dilatation de la pupille, lorsque l'éclat des astres est affaibli près de l'horizon. Mais, outre le Soleil et la Lune, les constellations aussi, comme on sait, paraissent plus grandes à l'horizon qu'au zénith; le phénomène paraît, de prime abord, être dû, en grande partie au moins, au surbaissement du ciel. En effet, avec un ciel surbaissé, il est évident que la distance de deux étoiles, assez éloignées l'une de l'autre, doit nous paraître à l'horizon d'autant plus grande que le surbaissement du ciel est plus fort. Mais cet agrandissement des constellations n'existe pas seulement lorsque le ciel est surbaissé; nous avons observé, à plusieurs reprises, avec un ciel sphérique, les constellations beaucoup plus grandes à l'horizon qu'au zénith. J'ai ob-

servé bien des fois un autre phénomène de même nature et qui provient, probablement, de la même cause; ordinairement, quand on voit au sommet d'une colline, ayant un horizon libre derrière elle, et éloignée de 1^{km} à 3^{km}, une personne se tenant debout, ses dimensions nous paraissent surnaturelles; son corps, projeté sur l'horizon, paraît colossal, alors qu'on s'attendrait plutôt à ne le point voir ou, au moins, à le voir très petit.

» Quelle est donc la cause de tous ces phénomènes? Malgré les observations assez longues que j'ai faites jusqu'ici, je n'ai pu en conclure aucune théorie satisfaisante; le seul résultat certain que j'ai pu en tirer, c'est que le phénomène ne provient d'aucune des causes citées dans les théories ci-dessus. Il est vrai que l'influence de ces causes pourrait exister et ne paraît pas déraisonnable; on peut accepter qu'elles contribuent, *plus ou moins faiblement*, à la production du phénomène; mais, d'après nos observations, *sa principale cause est encore inconnue.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination explicite des équations différentielles du second ordre à points critiques fixes.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. E. Picard.

« Considérons une équation différentielle du second ordre

$$(1)\qquad y'' = R(y', y, x),$$

où R est *rationnel* en y', *algébrique* en y et dépend *analytiquement* de x. Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 25 avril) j'ai établi ce théorème :

» *Si l'équation* (1) *a ses points critiques fixes, une transformation très simple* $y = \varphi(Y, X)$, $x = \psi(X)$, *algébrique en* Y, *permet de ramener l'équation* (1) *à une nouvelle équation à points critiques fixes qui rentre dans un des six types suivants* [*où les* $P_j(y, x)$, $Q_j(y, x)$ *désignent des polynomes en* y *de degré* j, *qui dépendent de* x] :

$$\text{(I)}\qquad y'' = y'P_1 + P_3,$$

$$\text{(II)}\qquad yy'' = y'^2 + y'P_2 + P_4,$$

$$\text{(III)}\qquad (4y^3 - g_2 y - g_3)y'' = y'^2\left(6y^2 - \frac{g_2}{2}\right) + y'P_4 + P_6 \quad (g_2, g_3 \text{ const. numér.}),$$

$$\text{(IV)}\qquad y(y-1)(y-x)y'' = \frac{y'^2}{2}[3y^2 - 2y(1+x) + x] + y'P_4 + P_6,$$

$$\text{(V)}\qquad y'' = y'^2\left(\frac{6y^2 - \frac{g_2}{2}}{R} + \frac{\alpha}{\sqrt{R}}\right) + y'\left[A(x) + \frac{P_2}{\sqrt{R}}\right] + Q_2 + B(x)\sqrt{R},$$

avec

$$R = 4y^3 - g_2 y - g_3 \qquad (g_2,\ g_3 \text{ const. numériques}),$$

$$\text{(VI)} \quad \left\{ \begin{aligned} y'' = {} & y'^2 \left[\frac{3y^2 - 2(1+x)y + x}{2R} + \frac{\alpha(x)}{\sqrt{R}} \right] \\ & + y' \left[A(x) + \frac{1}{x-y} + \frac{P_2}{\sqrt{R}} \right] + Q_2 + \frac{1}{2(y-x)} + \frac{Q_1}{y-x}\sqrt{R}, \end{aligned} \right.$$

avec

$$R = y(y-1)(y-x);$$

» Dans les types (V) et (VI), α représente soit zéro, soit une quantité de la forme $\frac{i\pi}{\omega}$, 2ω étant une période quelconque de la différentielle elliptique $\frac{dy}{\sqrt{R(y)}}$. Enfin, dans (VI), la condition

$$\alpha + P_2(x, x) + x(x-1)\, Q_1(x, x) \equiv 0$$

doit être vérifiée.

» Toute la difficulté est ainsi ramenée à déterminer, parmi les équations (I), (II), ..., (VI), celles qui ont leurs points critiques fixes. *Je me propose ici de résoudre complètement ce problème pour les types* (III), (IV), (V) *et* (VI).

» Pour étudier ces types, je pose $u = J(y, x)$, J désignant l'intégrale elliptique $\int \frac{du}{\sqrt{R}}$, où x garde une valeur numérique. La nouvelle fonction $u(x)$ vérifie une équation de la forme

$$(2) \quad u'' = C(x)u'^2 + M(u, x)u' + N(u, x) \qquad [(C \equiv 0 \text{ pour (III) et (IV)}],$$

où M, N sont des fonctions *transcendantes* de u, si l'équation étudiée (III), ..., ou (VI) est la plus générale de son espèce. La fonction $u(x)$ n'a pas nécessairement ses points critiques fixes en même temps que $y(x)$; mais, si u_1, u_2 sont deux branches de $u(x)$ permutables autour des points critiques mobiles, $u_2 - u_1$ est une *période* $2m_1\omega_1 + 2m_2\omega_2$ de $J(y)$. *Pour qu'il en soit ainsi, une condition nécessaire (et c'est là la partie essentielle de la discussion) est que les fonctions* $M(u, x)$, $N(u, x)$ *ne présentent dans le plan des* u *à distance finie aucun pôle.* Cette condition une fois établie, il n'est pas difficile de montrer qu'elle entraîne pour l'équation en u une des formes

suivantes :

pour le type (III), $u'' = a(x)u'$;

pour le type (IV), $u'' + \frac{u'(2x-1)}{x(x-1)} + \frac{u}{4x(x-1)} = 0$;

pour le type (V), $u'' = +\alpha u'^2 + a(x)u' + b(x)$ $\left(\alpha = 0 \text{ ou } \frac{i\pi}{\omega}\right)$;

pour le type (VI), $\alpha = 0$, $u'' + \frac{u'(2x-1)}{x(x-1)} + \frac{u}{4x(x-1)} = a(x)$,

a, b désignant des fonctions arbitraires de x. Inversement, *si l'équation en u est de cette forme, l'équation* (III), ..., *ou* (VI) *correspondante a ses points critiques fixes.*

» Il suit de là que LES SEULES ÉQUATIONS (III), (IV), (V), (VI) QUI AIENT LEURS POINTS CRITIQUES FIXES, SONT LES SUIVANTES :

$$\text{(A)} \qquad y'' = y'^2\left(\frac{6y^2 - \frac{g^2}{2}}{R}\right) + a(x)y' + b(x)\sqrt{R},$$

avec

$$R = 4y^3 - g_2 y - g_3 \qquad (g_2,\ g_3 \text{ constantes numériques, } 27g_3^2 - g_2^3 \neq 0),$$

$$\text{(B)} \quad y'' = y'^2\left[\frac{3y^2 - 2y(1+x) + x}{2R}\right] + y'\left(\frac{1}{x-y} + \frac{1}{1-x} - \frac{1}{x}\right) + \frac{1}{2x(x-1)}\frac{y(y-1)}{y-x} + a(x)\sqrt{R},$$

avec

$$R = y(y-1)(y-x),$$

$$\text{(C)} \qquad y'' = y'^2\left(\frac{6y^2 - \frac{g^2}{2}}{R} + \frac{\alpha}{\sqrt{R}}\right) + a(x)y' + b(x)\sqrt{R} \qquad \left(\alpha = \frac{i\pi}{\omega}\right),$$

avec

$$R = 4y^3 - g_2 y - g_3 \qquad (g_2,\ g_3 \text{ constantes numériques, } 27g_3^2 - g_2^3 \neq 0).$$

» Les équations (A), (B) n'ont comme singularités mobiles que des *pôles;* l'intégrale de l'équation (C) admet *des points essentiels mobiles.* Quand on choisit convenablement les constantes d'intégration, l'intégrale générale $y(x)$ de (A) ou de (C) dépend algébriquement d'une des constantes (et d'une seule) : les équations (A) et (C) sont *réductibles.* Au contraire, l'équation (B) est *irréductible* au sens que j'ai défini (voir mes *Leçons de Stockholm,* p. 491-500) : *son intégrale $y(x)$ renferme les deux*

constantes sous forme transcendante de quelle façon qu'on les choisisse [1] (*loc. cit.*, p. 502-516).

» Étant donnée une équation (1), on peut d'ailleurs reconnaître algébriquement si c'est une équation à points critiques fixes appartenant au type (A) ou (B), et la réduction au type (A) ou (B) s'effectue sans intégration. On sait de même reconnaître algébriquement si une équation (1) est réductible à la forme (C), *où α est une constante quelconque,* et effectuer la réduction algébriquement. Mais il faut encore que la constante α [qui se calcule rationnellement d'après (1)] soit de la forme $\frac{i\pi}{\omega}$, ω désignant une période de la différentielle $\frac{dy}{\sqrt{R}}$: cette dernière condition est *transcendante*.

» Dans la discussion précédente, toute la difficulté a consisté à pousser suffisamment loin la recherche des conditions *nécessaires* pour que les points critiques soient fixes. Ces conditions ont mis alors d'elles-mêmes en évidence la fixité des points critiques. Il en va tout autrement dans l'étude du type (I) : Les conditions nécessaires conduisent là à certaines équations *canoniques,* qu'on ne sait pas intégrer et sur lesquelles il faut démontrer directement que les points critiques sont fixes. Comme je l'ai dit déjà, j'ai complètement achevé cette discussion pour le type (I). *Il ne me reste donc plus qu'à épuiser le type* (II) *pour avoir déterminé explicitement toutes les équations* (1) *à points critiques fixes.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie générale des caractéristiques des équations aux dérivées partielles.* Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Darboux.

« 1. La théorie des *multiplicités caractéristiques* a déjà été étendue de différentes façons à certains systèmes d'équations aux dérivées partielles d'ordre quelconque. En me plaçant à un point de vue que j'avais indiqué à la fin de mes *Leçons sur les équations du second ordre* (t. II, p. 330), j'ai obtenu un certain nombre de résultats que je me propose de résumer dans cette Note.

» Soit

$$F = 0 \tag{1}$$

---

[1] L'équation (B), dans le cas de $a \equiv 0$, a été formée directement par M. Picard (*Mémoire sur les fonctions algébriques de deux variables*, p. 165).

une équation d'ordre n à r variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_r$ et à une fonction inconnue z; nous poserons

$$p_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r} = \frac{\partial^{\alpha_1+\ldots+\alpha_r} z}{\partial x_1^{\alpha_1} \partial x_2^{\alpha_2} \ldots \partial x_r^{\alpha_r}}, \qquad P_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r} = \frac{\partial F}{\partial p_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r}}.$$

» Étant donnée une intégrale de cette équation $z = \Phi(x_1, x_2, \ldots, x_r)$, les équations différentielles

$$(2) \qquad \frac{dx_1}{\lambda_1} = \frac{dx_2}{\lambda_2} = \ldots = \frac{dx_r}{\lambda_r},$$

où $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_r$ sont des fonctions déterminées de $x_1, x_2, \ldots x_r$, z et des dérivées partielles de z jusqu'à l'ordre n, déterminent sur cette intégrale une famille de multiplicités à une dimension d'éléments d'ordre n. Le long de l'une de ces multiplicités, on a, outre les équations (2), les relations évidentes

$$(3) \qquad dF = 0, \qquad dp_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r} = p_{\alpha_1+1,\alpha_2\ldots\alpha_r}\, dx_1 + \ldots + p_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r+1}\, dx_r$$
$$(\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_r \leqq n - 1).$$

» S'il est possible de choisir les fonctions $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_r$ de façon à pouvoir ajouter aux relations (2) et (3) un certain nombre d'équations différentielles nouvelles, indépendantes de l'intégrale considérée Φ, j'appellerai *caractéristique* tout système simplement infini d'éléments d'ordre n, vérifiant l'ensemble d'équations différentielles ainsi obtenu. La condition pour qu'il en soit ainsi est la suivante : Considérons la forme algébrique d'ordre n

$$(4) \qquad I = \Sigma P_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r} \xi_1^{\alpha_1} \xi_2^{\alpha_2} \ldots \xi_r^{\alpha_r} \qquad (\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_r = n),$$

où $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_r$ sont r variables auxiliaires; *pour que l'équation* (1) *admette une famille de caractéristiques d'ordre* n, *il faut et il suffit que la forme* I *soit divisible par un facteur linéaire en* $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_r$.

» On voit qu'en dehors des deux cas évidents de $n = 1$ et de $r = 2$, les équations qui admettent des caractéristiques à une dimension, telles que nous venons de les définir, doivent être considérées comme exceptionnelles.

» Je citerai comme exemple l'équation du troisième ordre dont dépend la recherche des systèmes triples orthogonaux.

» 2. Si l'équation $F = 0$ admet une famille de caractéristiques d'ordre n à une dimension, on peut aussi considérer la suite des valeurs prises par les dérivées d'ordre $n+1$, $n+2$, ..., le long de l'une de ces caractéristiques, et l'on définit ainsi les caractéristiques d'ordre $n+1$, d'ordre

$n+2$, ... Les équations différentielles d'un quelconque de ces systèmes de caractéristiques ne suffisent pas, lorsque $n > 1$, pour déterminer complètement ces caractéristiques, qui dépendent de fonctions arbitraires. Mais si ces équations présentent des combinaisons intégrables, on peut s'en servir pour l'intégration de l'équation proposée, comme dans la méthode de Monge ou dans celle de M. Darboux, pour l'intégration d'une équation du second ordre à deux variables indépendantes. Ainsi : 1° si $du = 0$ est une combinaison intégrable de l'un des systèmes de caractéristiques, les deux équations $F = 0$, $u = C$ ont une infinité d'intégrales communes dépendant de fonctions arbitraires; 2° si l'un des systèmes admet r combinaisons intégrables distinctes $du_1 = 0$, $du_2 = 0$, ..., $du_r = 0$, l'équation proposée $F = 0$ admet une intégrale intermédiaire, qui pourra être d'ordre supérieur à n,

$$u_r = \varphi(u_1, u_2, \ldots, u_{r-1}),$$

φ désignant une fonction arbitraire; 3° si l'équation admet n familles de caractéristiques et si chacune d'elles présente r combinaisons intégrables distinctes, l'intégration de l'équation $F = 0$ est ramenée à celle d'un système d'équations différentielles ordinaires, etc.

» La forme I, qui joue ici un rôle fondamental, s'est déjà présentée dans des recherches récentes de M. Forsyth (¹); mais le point de vue auquel s'est placé l'auteur, ainsi que la méthode suivie, sont entièrement différents.

» 3. Toutes ces considérations peuvent s'étendre aux systèmes d'équations simultanées. Soient

$$F_1 = 0, \qquad F_2 = 0, \qquad \ldots, \qquad F_q = 0,$$

q équations d'ordre n entre q fonctions inconnues $z_1, z_2, \ldots, z_q$ et r variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_r$; nous poserons

$$p^i_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r} = \frac{\partial^{\alpha_1+\alpha_2+\ldots+\alpha_r} z_i}{\partial x_1^{\alpha_1}\,\partial x_2^{\alpha_2}\ldots\partial x_r^{\alpha_r}}, \qquad \frac{\partial F_k}{\partial p^i_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r}} = P^{k,i}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r},$$

et nous aurons à considérer les q^2 formes auxiliaires

$$\Phi_{k,i} = \sum P^{i,k}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r}\,\xi_1^{\alpha_1}\xi_2^{\alpha_2}\ldots\xi_r^{\alpha_r}, \qquad \begin{array}{l}\alpha_1+\alpha_2+\ldots+\alpha_r = n,\\ i, k = 1, 2, \ldots, q.\end{array}$$

(¹) *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, vol. CXCI, p. 1-86; 1898. — *Cambridge Philosophical Transactions*, vol. XVI, part. IV, p. 291-325; 1898.

» Soit I le déterminant de ces q^2 formes $\Phi_{k,i}$; nous laisserons de côté le cas où ce déterminant serait identiquement nul. Cela posé, *pour que les équations* (4) *admettent une famille de caractéristiques à une dimension, il faut et il suffit que le déterminant* I *soit divisible par un facteur linéaire en* ξ_1, ξ_2, ..., ξ_r.

» Lorsqu'il existe un pareil facteur, la discussion offre une grande variété de cas particuliers. En cherchant à former *a priori* les systèmes les plus simples possibles, on retombe sur les systèmes d'équations simultanées du premier ordre, considérés par Jacobi (*Journal de Crelle*, t. 11, p. 321). Dans ce cas particulier, il n'existe qu'un seul système de caractéristiques, qui ne dépendent que d'un nombre fini de constantes arbitraires.

» 4. On est encore conduit à l'étude de la forme I par d'autres considérations. Soient $F = 0$, $U = C$ deux équations d'ordre n à une seule fonction inconnue z et à r variables indépendantes; nous dirons que l'intégrale générale de ce système dépend de $(n-1)$ fonctions arbitraires de $(r-1)$ variables, s'il existe une intégrale telle que, pour $x_1 = x_1^0$, z et ses $(n-2)$ premières dérivées $\frac{\partial z}{\partial x_1}, \ldots, \frac{\partial^{n-2} z}{\partial x_1^{n-2}}$ se réduisent à $(n-1)$ fonctions données à l'avance des $r-1$ variables $x_2, \ldots, x_r$. Une première condition pour qu'il en soit ainsi est que les deux formes auxiliaires I, I', relatives à ces deux équations, soient divisibles par une même forme de degré $n-1$. L'équation $F = 0$ admet alors une famille de caractéristiques d'ordre n à une dimension, et $dU = 0$ doit être une combinaison intégrable des équations différentielles de ces caractéristiques. Si ces conditions sont remplies, l'intégrale générale du système $F = 0$, $U = C$ dépend de $(n-1)$ fonctions arbitraires de $(r-1)$ variables et d'une fonction arbitraire de $r-2$ variables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux différentielles totales.* Note de M. **Alf. Guldberg**, présentée par M. Picard.

« Dans la théorie des équations aux différentielles totales on a, il me semble, un peu négligé l'étude directe des équations aux différentielles totales d'un ordre plus élevé que le premier.

» Je me permets de faire, dans les lignes qui suivent, quelques remarques sur ce sujet.

» Nous nous bornerons, pour fixer les idées, aux équations aux diffé-

rentielles totales de second ordre et de la forme suivante :

$$\text{(I)} \quad d^2z + A\,dx^2 + B\,dy^2 + C\,dz^2 + 2D\,dx\,dy + 2E\,dx\,dz + 2F\,dy\,dz = 0,$$

où A, B, ..., E, F sont des fonctions de x, y, z.

» Si l'équation aux différentielles totales donnée (I) est satisfaite par une équation entre $x, y, z, f(x, y, z) = 0$, on l'appelle *complètement intégrable.*

» Les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'équation aux différentielles totales donnée (I) soit complètement intégrable, sont

$$\text{(II)} \begin{cases} \dfrac{\partial C}{\partial x} - \dfrac{\partial E}{\partial z} = 0, & \dfrac{\partial C}{\partial y} - \dfrac{\partial F}{\partial x} = 0, \\ \dfrac{\partial A}{\partial y} - \dfrac{\partial D}{\partial x} = DE - AF, & \dfrac{\partial A}{\partial z} - \dfrac{\partial E}{\partial x} = E^2 - AC, \\ \dfrac{\partial B}{\partial x} - \dfrac{\partial D}{\partial y} = FD - EB, & \dfrac{\partial B}{\partial z} - \dfrac{\partial F}{\partial y} = F^2 - CB, \\ 2\dfrac{\partial E}{\partial y} - \dfrac{\partial F}{\partial x} - \dfrac{\partial D}{\partial z} = CD - EF, & 2\dfrac{\partial F}{\partial x} - \dfrac{\partial E}{\partial y} - \dfrac{\partial D}{\partial z} = CD - EF; \end{cases}$$

car l'existence d'une surface intégrale demande que z soit une fonction de x, y, ainsi

$$dz = p\,dx + q\,dy.$$

Substituant cette valeur pour dz en notre équation aux différentielles totales (I), on aura

$$d^2z = -(A + 2Ep + Cp^2)\,dx^2 - 2(D + Eq + Fp + Cpq)\,dx\,dy - (B + 2Fq + Cq^2)\,dy^2;$$

mais on a

$$d^2z = r\,dx^2 + 2s\,dx\,dy + t\,dy^2,$$

d'où

$$\frac{\partial(A + 2Ep + Cp^2)}{\partial y} = \frac{\partial(D + Eq + Fp + Cpq)}{\partial x};$$

$$\frac{\partial(B + 2Fpq + Cq^2)}{\partial x} = \frac{\partial(D + Eq + Fp + Cpq)}{\partial y}.$$

» En posant, dans les formules développées,

$$r = -(A + 2Ep + Cp^2), \quad s = -(D + Eq + Fp + Cpq),$$
$$t = -(B + 2Fq + Cq^2),$$

et en égalant à zéro les coefficients des différentes puissances de p et q, on obtient les formules (II).

» L'intégration de l'équation aux différentielles totales de second ordre, complètement intégrable (I), est équivalente à l'intégration du système d'équations aux différentielles totales de premier ordre complètement intégrables

$$\begin{aligned} dp &= -(A + 2Ep + Cp^2)\,dx - (D + Eq + Fp + Cpq)\,dy, \\ dq &= -(D + Eq + Fp + Cpq)\,dx - (B + 2Fq + Cq^2)\,dy, \\ dz &= \quad p\,dx + q\,dy, \end{aligned}$$

dont l'intégration se réduit à l'intégration d'un système d'équations différentielles ordinaires.

» En beaucoup de cas il est plus facile de chercher directement une intégrale intermédiaire $\omega(x, y, z, dx, dy, dz) = 0$ de notre équation aux différentielles totales de second ordre par la méthode de variation des constantes. Cette méthode s'applique quand l'équation aux différentielles totales est complètement intégrable ou non.

» Il est suffisant de chercher une surface intégrale particulière

$$f(x, y, z) = 0,$$

une solution générale est donc

$$F = f(x, y, z) + ax + by + c,$$

a, b, c étant des constantes arbitraires.

» On a la proposition :

» Deux intégrales intermédiaires complètement intégrables

$$\omega_1(x, y, z, dx, dy, dz) = 0, \qquad \omega_2(x, y, z, dx, dy, dz)$$

de l'équation aux différentielles totales de second ordre (I) étant trouvées, une surface intégrale de l'équation (I) se détermine par élimination.

» Cela posé, on peut annoncer la proposition :

» Soient données deux équations aux différentielles totales de premier ordre complètement intégrables

$$\omega_1(x, y, z, dx, dy, dz) = a, \qquad \omega_2(x, y, z, dx, dy, dz) = b$$

qui, par différentiation, donnent la même équation aux différentielles de second ordre, toute équation aux différentielles totales de premier ordre complètement intégrable

$$F(\omega_1\,\omega_2) = 0$$

s'intègre *sans* intégration.

» Les remarques faites ici s'étendent sans difficulté aux équations aux différentielles totales des ordres plus hauts et de n variables indépendantes. »

PHYSIQUE. — *Sur la vaporisation du fer à la température ordinaire.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie (¹) qu'un morceau de fer, placé pendant plusieurs semaines sur une plaque photographique au gélatinobromure d'argent dans l'obscurité la plus complète, impressionnait la plaque, même quand il en est séparé par une feuille de bristol. Ce phénomène me paraissait dû à la vapeur émise par le métal à la température ordinaire ou à un composé volatil, confirmant ce que j'avais trouvé autrefois par des procédés électriques très délicats (²). Pourtant, après la découverte des rayons uraniques par M. H. Becquerel, on pouvait se demander si l'impression de la plaque n'était pas due à des radiations, plus ou moins analogues aux radiations de l'uranium, émises par le fer, et j'avais annoncé l'intention de faire une expérience décisive à cet égard.

» Cette expérience a été faite dans les conditions suivantes : Un petit anneau de fer (tête de piton) a été déposé directement sur la couche sensible d'une plaque au gélatinobromure. A côté a été placé un anneau de fer tout semblable, mais séparé de la plaque par une lamelle de verre très mince (*cover* pour préparations microscopiques), recouvert par une petite cloche de verre; un mastiquage à la paraffine réunissait les bords de la cloche à la lamelle, comme dans les expériences de M. H. Becquerel. Le tout fut laissé dans l'obscurité du 24 décembre 1897 au 27 avril 1898. Après avoir révélé la plaque, j'ai trouvé que l'anneau de fer enfermé dans la cloche n'avait produit aucune impression, tandis que l'anneau déposé directement sur la couche sensible avait produit une impression sur une largeur un peu supérieure à celle de l'anneau et par conséquent beaucoup plus étendue que la ligne de contact.

» Cette expérience montre bien que le phénomène n'est pas dû à des radiations, mais à un corps volatil produit par le fer. »

(¹) *Sur la vaporisation des métaux à la température ordinaire* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 104; 1896).

(²) *Influence d'un métal sur la nature de la surface d'un autre métal placé à petite distance* (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1247).

PHYSIQUE. — *Sur les rayons cathodiques* [1]. Note de M. P. **Villard**, présentée par M. J. Violle.

« La résistance d'un tube de Crookes, mesurée par l'étincelle équivalente, peut être considérée comme ne dépendant que d'une seule variable, la section du faisceau cathodique à son origine. Réduire, par exemple, le diamètre du tube, rapprocher les électrodes, abaisser la pression, sont autant de moyens d'accroître la résistance; mais en même temps la section d'émission diminue. Au contraire, en réunissant métalliquement deux cathodes égales, placées dans des tubes distincts reliés à une anode commune, on double cette section, et la résistance devient beaucoup plus faible.

» Il est, d'autre part, facile de s'assurer que la région d'émission tend à se centrer sur le tube de verre, si celui-ci est de révolution, et que l'action des parois est la seule cause qui influe sur l'étendue et la position de cette région : soit, pour fixer les idées, un tube cylindrique muni d'une cathode plane normale à l'axe, et dont le revers est, au besoin, protégé de manière à ne pas émettre de rayons. A une pression donnée, le faisceau cathodique est d'autant plus resserré que le tube est plus étroit; la résistance est en même temps plus forte, et, pour obtenir des rayons X, par exemple, le vide devra être poussé d'autant moins loin que le tube est de plus faible section. Le diamètre de la cathode importe, au contraire, fort peu, pourvu qu'il soit supérieur à celui du faisceau cathodique émis dans les mêmes conditions par une cathode aussi large que le tube. Un diaphragme, percé d'un trou et placé un peu en avant de la cathode, produit presque le même effet que si le tube entier avait le diamètre du trou; de plus, c'est sur le trou que se centre le faisceau. Un décentrage notable de la cathode influe à peine sur la position, par rapport au tube, de la région radiante et est tout à fait sans influence si la cathode est plus large que le tube placé devant elle. Enfin, la forme de la région radiante subit le contrecoup de toute déformation des parois du tube et présente toujours la même symétrie que celui-ci.

» Cette action des parois est évidemment due à leur électrisation positive, reconnue par Crookes, et facile à constater. Une électrode auxiliaire

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

placée à moins de 1^{cm} de la cathode est presque exactement au potentiel de l'anode, dès que le vide est un peu poussé.

» On peut d'ailleurs vérifier directement que la région d'émission cathodique est repoussée par une charge positive, attirée par une charge négative.

» Ces résultats s'expliquent aisément si l'on admet que l'émission cathodique est alimentée par un afflux de matière chargée positivement, provenant des diverses parties du tube. Ce courant, repoussé par les parois, se centre sur l'appareil, ou, si celui-ci n'est pas de révolution, en prend la symétrie; à l'exception de ce qui provient des régions très voisines de la cathode, la majeure partie de ce courant arrive dans la région centrale de la cathode, d'autant plus resserrée que la répulsion des parois sera plus forte. De là l'existence d'un faisceau cathodique principal et central. Réduire le diamètre du tube, ou accroître son électrisation soit en rapprochant l'anode, soit en poussant la raréfaction, aura pour effet de resserrer le courant dont il s'agit, de l'affaiblir et de diminuer l'émission. Les rayons cathodiques devenant moins nombreux auront une énergie spécifique plus grande, la bobine excitatrice restant la même : ils deviendront moins aisément déviables à l'aimant, produiront des phosphorescences plus vives, des rayons X de plus en plus pénétrants.

» L'afflux positif, que j'appellerai *afflux cathodique*, est visible près de la cathode, vers laquelle on le voit converger, surtout si le tube s'élargit en avant de la cathode. On peut, grâce à cette visibilité, vérifier que l'afflux cathodique est dévié par un champ électrique, la région de départ des rayons cathodiques subissant un déplacement correspondant.

» L'expérience est très nette avec un tube large muni d'une cathode plane de même diamètre à peu près, en avant de laquelle, à 15^{mm} environ, on dispose un diaphragme métallique obturant le tube, et percé de deux trous. Dès que l'espace obscur, de la limite duquel semble partir l'afflux, a dépassé sensiblement le diaphragme, deux faisceaux cathodiques intenses se forment en face des centres des trous, et les points radiants sont aisément visibles. Le phénomène est encore plus remarqué en Photographie, la région radiante étant très photogénique. Le reste de la cathode n'émet presque rien. Au moyen d'une électrode mobile on peut dévier l'un des afflux, par exemple, et constater qu'il est repoussé, ainsi que le point radiant, par une charge positive, le faisceau cathodique correspondant subissant une déviation moindre et inverse. On peut aussi, au moyen d'un aimant, dévier fortement les rayons cathodiques, jusqu'à leur faire rencontrer le diaphragme, et vérifier ainsi que leur formation n'est nullement gênée par le fait qu'ils rencontrent un obstacle à faible distance, pourvu que leur alimentation soit assurée. Dans cette expérience l'afflux est à peine dévié.

» En arrivant à la cathode l'afflux est arrêté et il y a production de chaleur aux

points frappés. Une cathode mince, en métal, ou même en verre dans sa partie centrale, est portée au rouge là où arrive l'afflux cathodique. Dans le cas où la cathode est en verre ([1]), cet effet serait difficile à expliquer autrement. On se rend ainsi compte pourquoi l'électrode négative seule s'échauffe notablement dans les tubes à gaz raréfiés, exception faite des anticathodes.

» Constituons maintenant la cathode par une toile métallique très fine placée à l'extrémité antérieure d'un tube de cuivre formant écran. Une partie de l'afflux traversera la toile en vertu de la vitesse acquise et continuera sa route au delà. On observe, en effet, sur le prolongement de l'afflux, un faisceau bien visible, qui échauffe fortement les obstacles placés sur son trajet et illumine le verre ou le cristal en jaune (lumière du sodium). Vient-on à dévier l'afflux, ce faisceau en reste le prolongement et subit une déviation identique. Mais en traversant la cathode l'afflux a perdu sa charge, et le faisceau dont il s'agit n'est sensible ni à un champ magnétique, ni à un champ électrique. On est en présence des rayons découverts par Goldstein. »

PHYSIQUE. — *Renforcement des rayons X*. Note de M. **Virgilio Machado**, présentée par M. Mascart. (Extrait.)

« Afin d'augmenter l'intensité des rayons X obtenus au moyen de décharges déterminées, j'enveloppe la partie tubulaire de l'ampoule bianodique (c'est-à-dire la portion entourant la tige qui fixe le miroir cathodique) avec une lame métallique flexible, étain, plomb, platine, etc., ou avec une hélice de fil de cuivre isolé.

» Les tubes fatigués par un long usage et dont la résistance est devenue trop grande retrouvent, au bout de quelques secondes, avec cette nouvelle disposition, un débit de remarquable intensité et ils n'exigent qu'une différence de potentiel plus faible. »

PHOTOGRAPHIE. — *Du rôle de la diffusion dans les bains révélateurs*. Note de M. **Adrien Guébhard**, présentée par M. Lippmann.

« Sous le nom d'*osmose interne*, j'ai eu l'honneur de signaler incidemment à l'Académie ([2]) les curieux enregistrements de courants qui se remarquent aux moindres brèches capillaires de toute cloison solide posée

---

([1]) Dans cette expérience il y a encore formation d'un faisceau cathodique principal, et ce faisceau part de la lame de verre.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 41; 3 janvier 1898.

sur la gélatine d'une plaque voilée, et séparant le liquide en deux zones distinctes.

» Ces courants se manifestant tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre, il était intéressant de rechercher la loi qui les régissait, loi qui s'est trouvée très simple : application directe des lois connues de la diffusion, mais trait d'union, par son mode d'être, entre celle-ci et l'osmose proprement dite.

» L'expérience suivante en fera ressortir immédiatement le principe :

» Que l'on pose sur la gélatine d'une plaque uniformément voilée les deux sections circulaires égales des deux calottes sphériques très inégales que donne la section, à grande distance du centre, d'une sphère creuse (¹); ou bien les deux sections circulaires très inégales de deux zones égales d'une sphère de grand rayon (²). Cela équivaut, dans tous les cas, à découper, dans la masse du liquide révélateur, des volumes confinés inégaux, qui agiront en proportion différente sur chaque unité de surface de gélatine impressionnée; et rien ne paraîtra moins étonnant que de trouver une différence de teinte correspondante entre chaque disque et le fond de la plaque. Mais, en même temps, l'on constatera que la trace noire du courant osmotique, s'il y a eu communication capillaire, est toujours dirigée de la plage sombre vers la plus claire, du lieu de moindre consommation ou de plus grande abondance proportionnelle de révélateur vers l'autre (³); ce qui fait penser immédiatement à ce qui se passerait entre deux gazomètres communiquants, à l'intérieur de l'un desquels une cause absorbante quelconque produirait une diminution de tension partielle de l'un des éléments du mélange gazeux.

» Mais l'analogie ne saurait aller au delà, et la viscosité caractéristique de l'état liquide se manifeste par la stricte localisation de ces courants et

---

(¹) Pratiquement, un verre de montre et un petit globe de veilleuse rempliront l'office; car il faut, en tout cas, pour la grande portion de sphère, une issue à l'air, pour éviter une dénivellation du liquide.

(²) Pratiquement, suffisent deux bobèches lisses de cristal mince, dans un bain ne dépassant pas les orifices supérieurs ou les dépassant à peine, au cas où l'on préférerait les obturer supérieurement avec une seconde plaque voilée, mise à fleur du liquide, gélatine en bas, de manière à faire l'expérience en croix, en éliminant totalement le rôle de la pesanteur.

(³) Ce qui explique que le courant soit toujours dirigé *en dedans* lorsque l'on essaie d'appliquer aux monnaies mon procédé général de reproduction directe, dont il paraît que, avant moi, M. Darget avait observé quelques cas spéciaux, mais sans en soupçonner la cause physique, et moins encore la généralisation.

leur limitation, tout autour, par un front d'onde plus clair. Faut-il attribuer cette bande marginale à la propulsion mécanique, en avant, des produits secondaires de la révélation locale? Ne faut-il pas plutôt (car on ne l'observe point dans les espaces confinés de très faible hauteur) la considérer comme le lieu où les molécules arrivantes sont forcées, par la résistance des autres, de quitter la vitesse horizontale pour s'échapper en volutes et tourbillons vers le haut?

» En tout cas, on ne saurait pas plus voir ici une simple action directe de la diffusion que dans les alternances stratifiées de bandes noires et blanches qu'on observe dans les figures dites d'*effluves*, et qu'a cru pouvoir expliquer de cette simple façon M. Colson, au cours de ses successives vérifications de tous les faits nouveaux que j'ai signalés (1). Toute bande noire étant toujours comprise entre deux claires, et *vice-versa*, la raison de symétrie, à elle seule, exclut l'admissibilité d'une force de formule non sinusoïdale, tandis que la simple considération du mouvement hélicoïdal et tourbillonnaire des molécules permettrait de rattacher encore ce détail à la constatation que j'ai faite (2) des vraies causes, ni chimiques exclusivement, ni thermiques strictement, mais surtout mécaniques, des inégalités du noircissement de la plaque.

» Mieux paraît précisé le rôle de la diffusion, tel que je l'avais signalé, et moins il paraît utile de lui attribuer ce qui ne saurait être de son ressort, comme, par exemple, l'action d'une plaque impressionnée sur une autre simplement voilée, très voisine; action qui, pouvant être produite aussi bien avec un vieux cliché sec quelconque, inerte chimiquement, se rattache simplement à la loi que j'ai formulée de la reproduction de tous les faibles reliefs plans appliqués sur gélatine, par simple proportionnalité localisée de l'action du révélateur aux très faibles épaisseurs sous lesquelles il se trouve confiné. Étant donné ce qu'on sait de l'inégale turgescibilité de la gélatine impressionnée, il est probable que c'est par là encore que s'expliquent le *développement confiné* et le *silhouettage* de M. Colson (3), qui paraîtraient l'un et l'autre bien problématiquement réalisables si la glace protectrice demeurait partout en contact intime avec la gélatine. Quant au *silhouettage* communément observable à la séparation

---

(1) *Bull. Soc. fr. de Photographie*, 2e série, t. XIV, p. 32; 1898. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 471.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 589; 1898.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 471; 1898.

des plages fortement et faiblement impressionnées, comme il ne se manifeste jamais sur pellicule ou papier, mais seulement sur verre, il ne doit être autre que le phénomène de l'*irradiation*, dont Abney a formulé (¹) la loi trop oubliée, et M. Cornu (²) le remède trop peu appliqué. »

CHIMIE. — *Sur les limites d'inflammabilité de l'oxyde de carbone.* Note de MM. **H. Le Chatelier** et **Boudouard**.

« Parmi les gaz combustibles, l'oxyde de carbone occupe une place à part. Sa limite élevée d'inflammabilité, la lenteur de la propagation de sa flamme indiquent une résistance à l'oxydation que sa chaleur élevée de combustion n'aurait pas fait prévoir. Il se comporte un peu parmi les gaz comme l'aluminium parmi les métaux. Nous avons pensé qu'il pourrait être intéressant de préciser, un peu plus qu'on ne l'avait fait, ses conditions d'inflammation.

» L'oxyde de carbone a été préparé pour ces expériences en décomposant le formiate de soude par l'acide sulfurique; recueilli dans un petit gazomètre à eau, il renfermait, au moment de l'emploi, 7 pour 100 d'air. Il en a été tenu compte dans le calcul de la composition exacte des divers mélanges étudiés.

» *Limites normales d'inflammabilité.* — Ces limites ont été déterminées dans les conditions définies antérieurement, par l'un de nous, comme les plus favorables pour ces sortes de mesures; c'est-à-dire dans une éprouvette de 40^{mm} de diamètre, 250^{mm} de hauteur, avec inflammation par l'ouverture tenue en l'air, et au moyen d'une flamme de 1^{cc}.

Limite inférieure.			Limite supérieure.		
16	oui	15,9	76,5	oui	74,5
15,8	non		74,5	à moitié	
			72,5	non	

» Cette limite 15,9 est pratiquement identique à la limite 16 trouvée antérieurement en partant d'un gaz plus pur, ne renfermant que 3 pour 100 d'air.

» *Influence du diamètre des tubes.* — Le diamètre de 40^{mm}, employé dans

(¹) *Phil. Mag.*, 4ᵉ série, t. L, p. 46; 1875. Cf. *Moniteur de la Photographie*, t. XXIX, p. 115; 1890.

(²) *Comptes rendus*, t. CX, p. 551; 1890.

les expériences précédentes, est suffisant pour éviter toute influence appréciable de l'action refroidissante des parois; dans les tubes de diamètre plus faible, les deux limites extrêmes d'inflammabilité se rapprochent et il n'y a plus aucun mélange d'oxyde de carbone et d'air combustible dans les tubes d'un diamètre inférieur à $2^{mm},3$. Voici les résultats numériques :

Proportion de CO :		16,1.	17.	19,1.	26,5.	38.	47,5.	57.	61,7.	71,3.
Diamètre des tubes	oui...	mm 13,8	mm 7,5	mm 6,6	mm 3,6	mm 3,6	mm 2,3	mm 3,6	mm 6,6	mm 11
	non...	13	6;6	4,8	2,3	2,3	2,3	2,3	4,8	11

» Lorsque le même diamètre est porté avec la mention *oui* et *non*, cela signifie que la combustion se produit sur une certaine longueur du tube, mais ne se propage pas jusqu'à l'extrémité.

» *Influence de la pression.* — L'inflammabilité des mélanges d'oxyde de carbone et d'air diminue rapidement quand la pression décroît. Au-dessous de 80^{mm} de mercure, tous ces mélanges deviennent ininflammables.

Proportion de CO :		16,4.	18,6.	27,9.	46,5.
Pression	oui...............	mm 454	mm 144	mm 89	mm 94
	non...............	411	112	79	79

» Une expérience faite parallèlement avec un mélange de gaz d'éclairage et d'air à 15 pour 100 de gaz, proportion correspondant à la combustion complète, a montré que ce mélange était encore très inflammable sous la pression réduite de 64^{mm}.

» *Influence de la température.* — Il semble évident, *a priori*, que, au fur et à mesure que la température s'élève, la proportion de gaz nécessaire pour constituer un mélange inflammable doit aller en diminuant. Cependant les recherches de M. Roszkowsky [1], poursuivies seulement, il est vrai, jusqu'à 300°, conduiraient, en ce qui concerne l'oxyde de carbone, à une conclusion contraire. Des expériences semblables comportent une cause d'erreur importante : si le chauffage est prolongé trop longtemps avant la mise de feu, il peut se produire des phénomènes de combustion lente qui altèrent complètement la composition du mélange. Dans nos expériences, le gaz était allumé quelques secondes après son introduction dans un récipient préalablement chauffé à la température voulue. L'équilibre de tem-

---

(1) *Zeits. f. phys. Chem.*, t. VII, p. 485; 1891.

pérature d'une masse gazeuse avec une enveloppe solide chaude s'établit presque instantanément.

Proportion de CO.		14,2.	9,3.	7,4.
Température	oui........	400°	490°	600°
	non........	400	450	550

» Ces résultats sont bien conformes aux suppositions que l'on pouvait faire *a priori*.

» *Mélanges d'oxyde de carbone avec l'acétylène et l'hydrogène.* — D'après les recherches antérieures de l'un de nous, les limites d'inflammabilité des mélanges renfermant à la fois du méthane et du gaz d'éclairage correspondent à des proportions n et n' de chacun de ces gaz reliées entre elles par la relation

$$\frac{n}{N} + \frac{n'}{N'} = 1,$$

dans laquelle N et N' sont les limites d'inflammabilité individuelle de chacun des deux gaz combustibles. On pouvait se demander si cette relation, rigoureusement exacte pour deux gaz ayant des compositions et des limites d'inflammabilité très voisines, le serait encore dans d'autres circonstances. Elle se vérifie avec la même rigueur pour les mélanges renfermant à la fois de l'acétylène et de l'oxyde de carbone, gaz dont les limites d'inflammabilité 2,8 et 15,9 sont très différentes :

Gaz.	Non.	Oui.	Limite.
C^2H^2.........	1,45	1,45	1,45
CO...........	7,35	7,95	7,65

ce qui donne la relation

$$\frac{1,45}{2,8} + \frac{7,65}{15,9} = 0,52 + 0,481 = 1,001$$

» *Mélanges d'oxyde de carbone et d'hydrogène.* — La relation en question n'est plus rigoureusement satisfaite dans ce cas, comme le montrent les résultats ci-dessous, donnant la composition de divers mélanges à la limite d'inflammabilité :

CO..........	15,9	12	7,75	4,3	0
H^2...........	»	2,7	5,50	7,6	10
$\frac{n}{N} + \frac{n'}{N'}$ =	1	1,025	1,04	1,02	1

» La variation de 4 pour 100, observée dans ce cas, est bien réelle; elle dépasse de beaucoup les erreurs expérimentales possibles.

» Peut-être l'hydrogène joue-t-il, vis-à-vis de l'oxyde de carbone, un rôle spécial se rattachant à l'influence connue de la vapeur d'eau sur la combustibilité de ce gaz. C'est là une question dont nous nous proposons de poursuivre l'étude. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un borocarbure de glucinium.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons indiqué antérieurement [1] que le bore pouvait réduire la glucine à la température du four électrique; nous nous sommes proposé d'étudier le composé de bore et de glucinium susceptible de prendre naissance dans cette réduction.

» La glucine pure, provenant de la calcination du nitrate de glucinium, a été mélangée avec une quantité de bore suffisante pour enlever tout l'oxygène et produire un borure. Les proportions employées étaient les suivantes :

Glucine pure................	75 parties.
Bore....................	45 »

» Le mélange intime, additionné d'un peu d'alcool, a été comprimé sous forme de petits cylindres, que l'on a ensuite desséchés par un séjour de quelques heures dans l'étuve, à 150°. L'un de ces petits cylindres a été placé dans une nacelle de charbon disposée à l'intérieur d'un tube de même substance, chauffé au moyen du four électrique à tube. La chauffe a duré sept à huit minutes avec un courant de 950 ampères sous 45 volts. A la fin de l'expérience, on a observé la fusion tranquille de la masse. Après refroidissement, il restait dans la nacelle un produit homogène, d'aspect métallique, à cassure cristalline.

» On a recommencé cette préparation sur une plus grande quantité de matière et dans un creuset de charbon. Il s'est formé un culot fondu très dur dont la majeure partie était métallique et bien cristallisée. Sur quelques

(1) P. Lebeau, *Sur quelques propriétés nouvelles de la glucine* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 818).

points on distinguait une substance blanche ayant subi la fusion : c'était de la glucine non réduite.

» Les parties métalliques triées avec soin renferment une petite quantité de glucine libre, et l'analyse qualitative nous a démontré qu'elles étaient formées de carbone, de bore et de glucinium. Cette substance est sans action sur l'eau, même après plusieurs jours de contact : le carbone ne s'y trouve donc pas sous forme de carbure de glucinium facilement décomposable par l'eau, mais bien engagé dans une combinaison triple de carbone, de glucinium et de bore.

» L'analyse de ce composé a été faite de la façon suivante :

» 1° *Dosage du bore et du glucinium.* — Un poids déterminé de substance a été attaqué par l'acide nitrique dans l'appareil à dosage du bore décrit par M. Moissan et d'après la méthode de Gooch. L'acide borique entraîné par l'alcool méthylique a été obtenu directement par l'augmentation de poids d'une quantité connue de chaux vive. Le résidu resté dans le ballon dans lequel a eu lieu l'attaque a été repris par l'eau et jeté sur filtre taré, afin de connaître le poids de glucine non réduite, insoluble dans ces conditions. La liqueur filtrée a été précipitée par l'ammoniaque puis additionnée d'une petite quantité de sulfhydrate d'ammonium. Le dépôt a été pesé après calcination.

» 2° *Dosage du carbone.* — Le carbone a été dosé à l'état d'acide carbonique, la matière étant attaquée par l'acide chromique en solution sulfurique. Le dispositif était à peu près identique à celui indiqué par M. Carnot, pour le dosage du carbone dans les fontes et les aciers.

» En déduisant la quantité de glucine non réduite, nous avons obtenu les rapports suivants entre les poids de carbone, bore et glucinium combinés :

Carbone	27,99	28,34
Bore	39,18	39,12
Glucinium	32,83	32,54

» Ces chiffres nous ont conduit à admettre, pour ce carboborure de glucinium, la formule $C^4Bo^6Gl^6$, soit $Bo^6C.3CGl^2$:

	Calculé pour $C^4Bo^6Gl^6$.
Carbone	28,49
Bore	39,17
Glucinium	32,33
	100,00

» Le borocarbure de glucinium se présente en cristaux brillants d'éclat métallique, d'une densité voisine de 2,4.

» Il ne s'altère pas à l'air à la température ordinaire ; chauffé au rouge, il s'oxyde superficiellement.

» Dans un courant d'oxygène pur, on constate vers 700° la présence de l'acide carbonique, mais la réaction s'arrête rapidement, la couche d'acide borique formée protégeant la matière contre une oxydation plus profonde.

» Vers 450°, le borocarbure de glucinium brûle dans le chlore avec une belle incandescence ; il se produit du chlorure de bore, du chlorure de glucinium et il reste une matière noire constituée par du carbone amorphe. Le brome donne un résultat identique ; l'iode est sans action à la température de ramollissement du verre.

» En opérant dans la porcelaine, nous avons constaté une attaque très nette avec production d'iodure de glucinium et d'iodure de bore.

» Dans la vapeur de soufre, au rouge, l'attaque a lieu superficiellement, le résidu humecté d'eau dégage de l'hydrogène sulfuré.

» Les hydracides gazeux réagissent également sur le borocarbure de glucinium. Les acides minéraux et particulièrement l'acide nitrique le dissolvent rapidement.

» Nous n'avons pu, dans la réduction de la glucine par le bore au four électrique, obtenir de composé exempt de carbone. La réduction se produisant à une température très élevée, il nous a été impossible de soustraire la matière à l'action des vapeurs de carbone. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques sels halogénés du plomb* (¹). Note de M. V. Thomas, présentée par M. Friedel.

« Si l'histoire des sels halogénés du plomb nous est aujourd'hui bien connue, il n'en est pas de même, malgré le nombre des chimistes qui en ont abordé l'étude, de l'histoire des sels mixtes, combinaisons de chlorure et d'iodure, de chlorure et de bromure, de bromure et d'iodure. La présente Note a pour but l'étude des chloroiodures.

» Chloroiodures de plomb. — Labouré (²), en traitant de l'iodure de plomb par l'acide chlorhydrique bouillant, avait obtenu un sel double bien cristallisé. Comme

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie appliquée de la Faculté des Sciences de Paris.

(²) Labouré, *J. Ph.*, 3e série, t. IV, p. 328.

Labouré n'avait pas analysé ce chloroiodure, la question fut reprise par Dietzel ([1]). Cet auteur lui attribua la formule PbICl.

» Poggiale, dans une Note aux *Comptes rendus* ([2]), décrit plusieurs sels haloïdes doubles et, en particulier, un chloroiodure de plomb qu'il obtenait en traitant une dissolution de chlorure de plomb par l'iodure de sodium, ou bien en dissolvant de l'iodure de plomb dans le chlorure d'ammonium. Poggiale lui attribua la formule $PbI^2 . 2PbCl^3$ ([3]).

» Engelhardt ([4]), dans un long Mémoire sur l'action exercée par les chlorures métalliques sur l'iodure de plomb, a repris la question. D'après cet auteur, on pourrait ainsi obtenir toute une série de mélanges dont la composition serait exprimée par les formules limites $PbCl^2$ et PbICl.

» Plus récemment, Mlle Field ([5]) a de nouveau étudié les sels mixtes de plomb. L'auteur a montré qu'en chauffant ensemble

I.	PbI^2....... 1^gr	AmCl...... 6^gr	H^2O....... 50^gr

on obtenait le chloroiodure PbICl. Si l'on part au contraire des proportions suivantes

II.	KI....... 1^gr	$PbCl^2$...... 5^gr	H^2O....... 250^gr

on obtient d'autres sels correspondant, l'un, à la formule $3PbCl^2, PbI^2$, l'autre, plus riche en chlore, correspondant à la formule $5PbCl^2, PbI^2$. Enfin, M. Herty ([6]) semble conclure de ses recherches que les composés divers décrits comme chloroiodures ne sont que des mélanges isomorphes de chlorure et d'iodure.

» *Action de l'acide chlorhydrique sur l'iodure de plomb.* — L'action de l'acide chlorhydrique bouillant sur l'iodure de plomb donne toujours naissance à un chloroiodure correspondant à la formule PbICl indiquée par Dietzel. Suivant la durée de la réaction, suivant les proportions relatives de sel de plomb et d'acide, on peut obtenir ce composé, soit à l'état de pureté, soit mélangé de chlorure ou d'iodure de plomb. J'indiquerai ultérieurement comment on peut reconnaître qu'on a bien affaire à un composé défini, plus ou moins mélangé d'impuretés.

» *Actions réciproques des chlorures ou iodures métalliques avec des sels haloïdes de plomb.* — J'ai seulement étudié le cas où les sels métalliques étaient des sels alcalins (sels de sodium, potassium et ammonium).

([1]) Dietzel, *Dingl. polyt. Journ.*, t. CXC, p. 41.

([2]) *Comptes rendus*, t. XX, p. 1180; avril 1845.

([3]) Il est regrettable que le Mémoire original ne mentionne pas les proportions relatives des sels mis en présence, nécessaires pour obtenir ce composé.

([4]) *Journal für praktische Chemie*, t. LXVII, p. 293; 1856.

([5]) *Chemical New*, t. LXVII, p. 157; 1893.

([6]) *American chemical Journal*, t. XVIII, p. 290.

» Qu'on fasse réagir de l'iodure de plomb sur un chlorure ou un iodure sur du chlorure de plomb, la question est toute semblable. On se trouve, en effet, par suite de doubles décompositions, avoir en présence du chlorure et de l'iodure de plomb. Le résultat auquel je suis arrivé est extrêmement simple : je n'ai jamais pu préparer qu'un seul composé, le chloroiodure PbICl, pur ou plus ou moins souillé de chlorure de plomb.

» J'ai repris en particulier avec beaucoup de soin les expériences de Mlle Field. En partant du premier système (I) mentionné précédemment, j'ai toujours et très régulièrement obtenu le corps mentionné par ce chimiste. Je ferai cependant la remarque que, tandis que Mlle Field attribue au chloroiodure une demi-molécule d'eau de cristallisation [1], j'ai toujours, en desséchant le composé à froid sur une plaque poreuse, obtenu ce sel anhydre, comme il ressort de l'analyse ci-dessous :

Trouvé : Pb...	56,05	Cl.........	9,22	I..........	34,42
Calculé : Pb...	55,90	Cl.........	9,63	I..........	34,47

» C'est ce même sel anhydre que j'ai obtenu en opérant avec le second système (II). Le chlorure de plomb (5^{gr}) était dissous dans 240^{cc} d'eau à chaud; puis cette solution additionnée de 10^{cc} d'une liqueur d'iodure de potassium au dixième. L'addition d'iodure de potassium produit d'abord un précipité jaune qui se dissout presque instantanément, en même temps qu'il se dépose des cristaux verdâtres. On peut du reste fractionner la cristallisation, en recueillant le précipité formé à 70°, 60°, 50°, 40°, etc. par refroidissement successif; il faut descendre à une température relativement basse (30° environ) pour que le microscope révèle un mélange et que l'analyse indique un excès de chlore. Les précipités recueillis immédiatement, puis à températures plus basses, 70°, 60°, 50° et même 40°, correspondent exactement à la formule PbICl.

» Vers 10°, au contraire, ce précipité est formé par du chlorure de plomb exempt de toute trace d'iode.

» L'existence de ce chloroiodure comme espèce chimique bien définie est, du reste, démontrée par le produit d'oxydation qu'il est susceptible de fournir lorsqu'on le traite par le peroxyde d'azote.

» J'ai eu l'occasion de montrer [2] que les différents composés halogénés du plomb se comportaient diversement avec l'hypoazotide. Tandis

---

(1) Le sel de Mlle Field était séché vers 100°.

(2) V. Thomas, *Thèse de doctorat*. Gauthier-Villars.

qu'à température ordinaire, en effet, les chlorure et bromure n'étaient pas attaqués, le composé iodé était, même à basse température, complètement décomposé avec mise en liberté d'iode et formation d'oxyde de plomb PbO (1). Il était à présumer qu'un composé tel que PbICl, traité par l'hypoazotide, devait donner naissance à un départ d'iode et à la formation d'un oxychlorure correspondant. C'est ce que l'expérience vérifie : le déplacement de l'iode commence à froid; mais il est nécessaire, pour renouveler les surfaces, d'élever suffisamment la température pour permettre la sublimation de l'iode. La diminution de poids observée est celle exigée par l'équation

$$Pb''\begin{matrix} \diagup I \\ \diagdown Cl \end{matrix} \quad \begin{matrix} I \diagdown \\ Cl \diagup \end{matrix} Pb'' + O = Pb'' \begin{matrix} \diagup \; O \; \diagdown \\ \diagdown Cl\,Cl \diagup \end{matrix} Pb'' + I^2.$$

» Le dosage du chlore donne du reste :

	Trouvé.	Calculé.
Cl......................	14,14	14,23 pour 100

» Le procédé qui permet de reproduire aisément la *matlockite* permet aussi facilement de discerner les mélanges de chlorure et d'iodure des chloroiodures proprement dits. Tandis que les chloroiodures donnent naissance aux oxychlorures correspondants, les chlorures et iodures se comportent différemment. Les chlorures ne sont pas attaqués, et les iodures sont transformés en oxyde, si bien qu'en traitant le résidu de l'oxydation par de l'eau chaude on arrive à l'épuiser totalement, et le produit ainsi purifié consiste en oxyde de plomb pur.

» Ce procédé d'obtention des oxychlorures paraît du reste être susceptible de généralisation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la microstructure des alliages de fer et de nickel.* Note de M. F. **Osmond**, présentée par M. Troost.

« Au point de vue de leur microstructure, les alliages forgés de fer et de nickel (de 0 à 50 pour 100 de nickel) peuvent se partager en trois groupes.

---

(1) Cette réaction paraît, du reste, contraire aux données thermochimiques. On a, en effet,

$$PbI^2 + AzO^2 = PbO + AzO + I^2 (51 - 21,6 + 2,6 - 42) \ldots - 10^{Cal}.$$

» 1° Jusqu'à une teneur en nickel de 8 pour 100 ou un peu plus, cette structure est semblable à celle des aciers ordinaires sans nickel. Seulement les grains de fer sont, toutes choses égales d'ailleurs, de dimensions plus petites et ont une moindre tendance à grossir sous l'influence d'une température élevée, ce qui donne aux cassures leur aspect fibreux.

» 2° Le deuxième groupe comprend les alliages d'une teneur de 12 à 25 pour 100 environ de nickel (1). Quelle qu'ait été la vitesse du refroidissement, la coupe montre, après attaque, des faisceaux fibreux rectilinéaires qui s'orientent volontiers parallèlement à trois directions principales (cristallites pouvant se rattacher à l'octaèdre). Le carbone, du moins quand il est en proportions faibles ou moyennes, ne forme pas de carbures liquatés discernables. Ces caractères sont, d'une manière générale et sauf quelques différences secondaires, ceux des aciers au carbone *trempés*, et cette similitude accentue le rapprochement auquel avaient déjà conduit d'autres propriétés des alliages du même groupe (dureté et polarité magnétique).

» 3° Le troisième groupe réunit les alliages *non magnétiques* à 25 pour 100 de nickel environ (2) et ceux qui retrouvent leurs propriétés magnétiques à la faveur d'un excès de nickel (30 à 50 pour 100). Les méthodes d'attaque (par la teinture d'iode ou l'acide azotique) appliquées d'habitude aux aciers ordinaires ne donnent plus ici de bons résultats. Il convient d'employer l'acide chlorhydrique étendu en reliant le métal au pôle positif d'un élément de pile au bichromate. La structure est purement cristalline; mais, comme les cristaux s'arrêtent mutuellement dans leur croissance, ces cristaux (peut-être des octaèdres maclés) ne se prêtent guère à une détermination certaine. Le facies général n'est pas moins caractéristique.

» En outre, les alliages de ce groupe sont criblés, après attaque, de nombreuses piqûres qui peuvent être des porosités agrandies.

» En résumé, l'étude de la microstructure des alliages de fer et de nickel confirme la classification fondée sur les propriétés mécaniques et le parallèle que l'on avait pu établir entre la série de ces alliages et les séries des aciers au carbone (trempés) et au manganèse (trempés ou non).

---

(1) Je n'ai pas eu d'échantillons entre 8 et 12 pour 100.

(2) Avec une même teneur en nickel (24,80 pour 100) un alliage à 0,16 de carbone est magnétique, un alliage à 0,65 de carbone non magnétique à la température ordinaire, après refroidissement dans les mêmes conditions. Au point de vue de la structure, le premier de ces alliages appartient au deuxième groupe, le second au troisième.

Elle prouve une fois de plus que les propriétés dominantes des aciers sont une fonction de la position de leurs points de transformation sur l'échelle des températures. Suivant que ces transformations se font, pendant le refroidissement, au-dessus de 400° environ, entre 350° environ et la température ordinaire ou au-dessous de cette dernière, on obtient trois types distincts.

» Les alliages de fer et de nickel possèdent une autre particularité intéressante, celle de devenir facilement schisteux sous l'influence du forgeage. J'avais déjà signalé des faits analogues dans les aciers doux ordinaires; mais, ces derniers n'étant pas homogènes, il était naturel que leurs éléments de structure, d'inégale dureté, s'étirassent inégalement. Dans les alliages de fer et de nickel, la schistosité se superpose aux structures ci-dessus décrites et, dans les métaux des deuxième et troisième groupes, en est complètement indépendante, recoupant de ses formes propres les cristallites et les cristaux.

» Elle est d'abord mise en évidence par toutes les méthodes d'attaque et se traduit par la formation de bandes alternativement plus et moins attaquées s'enveloppant les unes les autres et permettant de suivre la répartition des déformations dues au forgeage ou au laminage. »

THERMOCHIMIE. — *Données thermiques relatives à l'acide éthyl-malonique. Comparaison avec ses isomères, les acides glutarique et méthyl-succinique.* Note de M. G. **Massol**.

« A. *Acide éthyl-malonique.* — Préparé par l'action de l'iodure d'éthyle sur l'éther malonique sodé. Il cristallise avec 1 molécule d'eau, qu'il perd par un long séjour à l'étuve à 100°. Anhydre, il fond à 111°,5 et se dissout dans l'eau avec absorption de chaleur ($pm = 132^{gr}$ dans 4^{lit}) : $-2^{Cal},96$.

» B. *Éthyl-malonate de potasse.* — Les chaleurs de neutralisation sont :

$$C^5H^8O^4 \text{ diss.} + KOH \text{ diss.} = C^5H^7O^4K \text{ diss.} : \quad +14^{Cal},08,$$
$$C^5H^7O^4K \text{ diss.} + KOH \text{ diss.} = C^5H^6O^4K^2 \text{ diss.} : \quad +13^{Cal},80.$$

» La solution du sel neutre, évaporée à siccité, donne une masse sirupeuse qui se dessèche lentement et ne se déshydrate qu'à 150°-160° dans un courant d'hydrogène sec. Ce sel anhydre se dissout dans l'eau, avec dégagement de chaleur ($pm = 208^{gr}$ dans 8^{lit}) $+4^{Cal},45$.

» La chaleur de formation du sel neutre solide, à partir de l'acide et de

la base solides, est

$$C^5H^8O^4 \text{ sol.} + 2KOH \text{ sol.} = C^5H^6O^4K^2 \text{ sol.} + 2H^2O \text{ sol.} : +48^{Cal},25.$$

» C. *Valeur thermique des trois isomères.* — J'ai publié antérieurement les données thermiques relatives à l'acide normal ou glutarique ([1]) et à l'acide non normal : méthyl-succinique ou acide pyrotartrique ordinaire ([2]); la comparaison des nombres obtenus montre que la *valeur acidimétrique,* mesurée thermiquement par la *chaleur de formation du sel neutre de potasse solide,* varie pour chacun des trois isomères et qu'elle diminue progressivement avec l'écartement des carboxyles :

			Cal
Position	1 : 3.	A. éthyl-malonique...........	+ 48,25
»	1 : 4.	A. méthyl-succinique.........	+ 45,18
»	1 : 5.	A. glutarique normal.........	+ 44,23

» Ces données sont comparables à celles qui m'avaient fourni la chaleur de formation des trois phtalates neutres de potasse ([3]) :

			Cal
Position	1 : 2.	A. ortho-phtalique...........	+ 44,38
»	1 : 3.	A. méta-phtalique............	+ 39,12
»	1 : 4.	A. para-phtalique............	+ 38,42

avec cette différence toutefois que la présence du noyau benzénique diminue la valeur de la fonction acide qui reste comparable pour l'acide ortho avec celle de l'acide glutarique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation du furfurol par la cellulose et ses dérivés oxy et hydro.* Note de M. **Léo Vignon.**

« Comme suite aux recherches sur l'oxycellulose publiées dans les *Comptes rendus* (20 septembre 1897), j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats qui m'ont été donnés par l'étude de la formation du furfurol à partir de la cellulose, de l'oxycellulose et de l'hydrocellulose.

» J'ai pris, comme point de départ, de la cellulose pure provenant du coton dans les conditions que j'ai précisées. Des poids égaux ont été

([1]) *Comptes rendus,* t. CXIV, p. 1437.

([2]) *Ibid.,* t. CXIV, p. 1073.

([3]) *Ann. de Phys. et de Chim.,* 7e série, t. I, p. 145.

ensuite soumis respectivement à des actions acides (1), oxydantes (2) et réductrices (3) :

	1.	2.	3.
Coton pur	10^{gr}	10^{gr}	10^{gr}
Eau	1000^{cc}	1000^{cc}	1000^{cc}
HCl 22° B.	65^{cc}	65^{cc}	65^{cc}
$KClO^3$	»	80^{gr}	»
$SnCl^2$	»	»	50^{gr}

Traitement maintenu pendant une heure à l'ébullition. On a obtenu en 1 de l'*hydrocellulose* (cellulose hydratée) de Girard, le coton ayant perdu la majeure partie de sa structure; en 2 de l'*oxycellulose,* en poudre très blanche; en 3 un produit semblable à 1.

» Ces trois substances, mises au contact d'une solution de potasse caustique à 10°B., à froid, pendant cinq heures (4^{gr} substance, 75^{cc} lessive KOH), fournissent : 1 et 3 une liqueur incolore, 2 une solution jaune d'or. Après essorage, lavage et séchage, on constate que les substances traitées ont subi des pertes de poids s'élevant à 15 pour 100 pour 1 et 3, et à 25 pour 100 pour 2. L'oxycellulose se différencie nettement de l'hydrocellulose, qui paraît identique à la cellulose hydrogénée.

» *Formation du furfurol.* — J'ai soumis ces trois celluloses modifiées, et comparativement, de l'amidon, du coton blanchi au chlore, de l'oxycellulose obtenue par oxydation de la cellulose par l'acide chromique, à l'action de l'acide chlorhydrique de densité 1,06, à l'ébullition, pour déterminer la formation du furfurol (procédé de Tollens). Le furfurol obtenu a été dosé dans le distillatum recueilli, en le transformant par la phénylhydrazine en hydrazone prenant naissance suivant l'équation

$$C^5H^4O^2 + C^6H^5N^2H^3 = C^5H^4ON^2HC^6H^5 + H^2O.$$

» J'ai obtenu les résultats suivants :

Matières premières.	Furfurol pour 100.
Hydrocellulose (1)	0,854
Oxycellulose (2)	2,113
Cellulose réduite (3)	0,860
Amidon	0,800
Coton blanchi	1,800
Oxycellulose chromique	3,500

» Pendant la formation du furfurol, il se dégage de l'acide carbonique, qui peut être recueilli dans la baryte : les quantités de cet acide obtenues

ne présentent pas de rapport fixe avec les proportions de furfurol recueillies.

» J'ai étudié ensuite la formation du furfurol à partir des produits de dédoublement de l'oxycellulose par la potasse.

» Deux échantillons d'oxycellulose ont été préparés :

» 1° Par oxydation avec le chlorate de potassium :

Coton purifié	40gr	Ébullition, une heure.
Eau	3000cc	Obtenu 30gr.
HCl, 22°	250cc	Oxycellulose (A) en poudre blanche, ne laissant pas de cendres.
$KClO^3$	300gr	

» 2° Par oxydation avec l'acide chromique :

Coton purifié	40gr	Ébullition, une heure.
Eau	3000cc	Obtenu 27gr,5 d'oxycellulose (B).
$K^2Cr^2O^7$	60gr	En poudre verte, laissant 2,24 pour 100 de cendres chromiques.
SO^4H^2	80gr	

» 25gr de chaque échantillon ont été traités par 200cc KOH à 20°B., à la température ordinaire, pendant cinq heures.

L'oxycellulose A donne une liqueur jaune d'or.
» B » » brune.

» Toutes les deux fournissent un résidu insoluble constitué par des poudres grises.

» Par saturation des solutions potassiques au moyen de l'acide chlorhydrique, on obtient d'abondants précipités gélatineux blancs, qui ont été recueillis, séchés et pesés.

» Finalement, on a obtenu par l'action de la potasse sur les oxycelluloses A et B (25gr) :

	A. $KClO^3$.	B. $K^2Cr^2O^7$.
	gr	gr
1. Insoluble	16,20	11,16
2. Précipité de la solution potassique.	2,45	1,42
3. Dissous dans la solution potassique neutralisée	6,35	12,42
	25,00	25,00

» Ces trois fractions ont été transformées en furfurol par l'action de

l'acide chlorhydrique de densité 1,06; le furfurol obtenu a été dosé par la phénylhydrazine :

	Furfurol pour 100.	
	A.	B.
	gr	gr
1. Insoluble........................	0,86	0,76
2. Précipité........................	4,35	5,11
3. Dissous........................	1,10	1,54

» En résumé, la molécule cellulosique, oxydée, devient facilement décomposable par la potasse : la majeure partie, insoluble dans ce réactif, a tous les caractères de la cellulose initiale [chaleur de combustion (1), formation du furfurol]. La partie dissoute, plus complexe, réductrice, aldéhydique, contient une substance précipitable par les acides qui donne des proportions de furfurol relativement considérables. Ces faits, complétés par d'autres, nous serviront pour l'établissement d'une formule développée de la cellulose du coton, synthétisant ses propriétés chimiques. »

ZOOLOGIE. — *Note préliminaire sur la distribution géographique et l'évolution des Péripates.* Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Les Onychophores sont les Articulés terrestres qui se rapprochent le plus des Annélides; les zoologistes sont unanimes, aujourd'hui, pour les considérer comme des animaux très primitifs, et, bien que leurs restes soient inconnus à l'état fossile, il semble naturel de faire remonter leur apparition à une époque très éloignée. Répandus en Amérique (Antilles, Amérique centrale et une partie de l'Amérique du Sud), en Afrique (dans la région du Cap) et en Océanie (depuis l'Australie orientale jusqu'en Nouvelle-Zélande), on les a considérés jusqu'ici comme très distincts les uns des autres suivant l'aire qu'ils occupent, et M. Pocock, attribuant ce fait à leur âge très ancien, a pris l'initiative de les diviser en trois genres, dont chacun serait propre à l'une des trois zones géographiques ci-dessus signalées.

» Le but de cette Note est de montrer que cette localisation étroite

(1) *Comptes rendus*, 20 septembre 1897.

n'existe pas et que les Onychophores ont évolué progressivement à travers les âges, pendant qu'ils s'éloignaient de leur centre d'origine.

» Les animaux qui m'ont permis d'aborder ce problème ont été recueillis en Afrique par le regretté Thollon, qui les offrit au Muséum; ils appartiennent à une espèce nouvelle, que je propose de nommer *Peripatus Tholloni*, en souvenir du vaillant et malheureux explorateur qui l'a découverte.

» Cette curieuse espèce étant intermédiaire entre les formes américaines et celles du Cap, je passerai successivement en revue les caractères qui ont permis, jusqu'à ce jour, de distinguer les espèces des diverses régions.

» 1° *Distribution géographique*. — Le *P. Tholloni* provient du Gabon, c'est-à-dire d'une zone intermédiaire entre le Cap et les parties de l'Amérique où habitent les Péripates. Ces animaux étaient restés, jusqu'ici, inconnus dans cette région.

» 2° *Nombre de pattes*. — Les espèces américaines ont bien plus de pattes que les autres, généralement de 27 à 42 paires, et le nombre de ces appendices varie d'ailleurs d'un individu à l'autre; dans les formes africaines et océaniennes, il paraît constant pour chaque espèce; il est de 17 (14?) à 21 paires pour les premières, de 15 paires pour les secondes. Dans le *P. Tholloni* le nombre des pattes est de 24 ou 25 paires.

» 3° *Pattes rudimentaires, position de l'orifice sexuel*. — Dans les espèces américaines, l'orifice génital se trouve entre les pattes de l'avant-dernière paire, et les pattes de la paire postérieure, un peu plus réduites que les autres, n'ont que deux arceaux spinuleux au lieu de quatre. Dans les espèces du Cap, l'orifice est subterminal et situé loin en arrière des pattes postérieures qui ne sont pas modifiées; chez les formes océaniennes, l'orifice se trouve à une assez grande distance de l'anus, entre les pattes postérieures, qui sont aussi normales. Dans le *P. Tholloni*, l'orifice génital occupe la même place que chez les espèces américaines, mais la dernière paire de pattes, munie seulement de deux arceaux, est encore plus réduite; il est clair que cette paire s'est atrophiée dans les espèces océaniennes et que les deux paires postérieures ont disparu dans le *P. capensis*. A ce point de vue, on doit signaler une espèce du Cap, le *P. Balfouri*, où l'orifice génital, situé près de l'anus, se trouve entre des pattes postérieures fort réduites, qui correspondent aux appendices de l'avant-dernière paire du *P. Tholloni* et des espèces américaines.

» 4° *Structure des pattes*. — Les pattes des espèces américaines sont munies, près de leur extrémité, de quatre arceaux spinuleux; dans les espèces du Cap et de l'Océanie, l'arceau proximal n'existe plus et l'on ne compte que trois arceaux. Il en est de même dans le *P. Tholloni*. D'ailleurs, dans cette espèce, comme dans les formes australiennes, on ne trouve pas de papilles à la base de la partie pédieuse des pattes, tandis que deux de ces papilles existent chez les Péripates d'Amérique et du Cap.

» 5° *Orifices néphridiens des pattes 4 et 5*. — Sur les pattes de la quatrième et de la cinquième paire, l'orifice néphridien se trouve compris entre les deux arceaux spi-

nuleux proximaux, chez les espèces américaines. Dans le *P. Tholloni*, il occupe la même place; mais, l'arceau proximal ayant disparu, il paraît se trouver en dehors des arceaux et échancre même légèrement le premier d'entre eux. Dans les espèces océaniennes, l'échancrure est bien plus prononcée, et la papille néphridienne se trouve presque tout entière comprise dans l'arceau; enfin, dans les espèces du Cap, la papille se trouve tout à fait au centre de ce dernier.

» 6° *Plis du corps*. — Dans les espèces américaines, les plis du corps ne sont pas interrompus sur la ligne médiane dorsale et se composent d'une seule rangée de papilles; dans les espèces du Cap, ils présentent une solution de continuité au milieu du dos et comptent ordinairement plusieurs rangées de papilles. Le *P. Tholloni* a des plis continus comme les espèces américaines, mais il offre dans chaque pli une ou deux rangées de petites papilles accessoires.

» 7° *Mâchoires*. — Dans les espèces américaines, les deux lames de chaque mâchoire sont munies d'une dent accessoire sur le bord interne de la dent principale; en outre, la lame maxillaire interne est armée d'une longue rangée de denticules. Dans les espèces du Cap, la dent accessoire disparaît sur la lame interne, et les denticules de cette lame sont bien moins nombreux; il en est de même chez les formes océaniennes, mais la dent accessoire y disparaît aussi sur la lame externe. Dans le *P. Tholloni*, les mâchoires sont du même type que celles des espèces américaines.

» De ce qui précède il résulte que le *P. Tholloni* établit la transition entre les Péripates américains et ceux de l'Afrique australe. Plus voisin des premiers, il doit être considéré comme issu des Péripates américains qui se répandaient peu à peu vers l'est, à l'époque où une barrière continentale reliait encore le nouveau monde à l'ancien. A mesure que s'effectuait cette dispersion orientale des Péripates, l'évolution de ces animaux s'accentuait dans une direction déterminée : les pattes s'atrophiaient progressivement en arrière et, en même temps, leur nombre devenait de plus en plus constant; les arceaux spinuleux proximaux suivaient, jusqu'à un certain point, la même marche régressive; les papilles néphridiennes de deux paires de pattes s'avançaient peu à peu vers l'arceau suivant; les plis de la peau se compliquaient, puis s'interrompaient sur la ligne médiane dorsale; enfin, l'armature dentiforme des mâchoires se réduisait de plus en plus.

» Les espèces d'Océanie marquant, à beaucoup d'égards, le terme actuel de l'évolution des Onychophores, on pourrait croire que les Péripates de cette région proviennent d'espèces africaines qui auraient émigré vers l'est aux époques géologiques. Mais certains caractères de ces animaux étant assez primitifs (position de l'orifice sexuel et des orifices néphridiens des pattes 4 et 5), on peut penser aussi que la dispersion du groupe s'est

effectuée à la fois dans les deux sens : vers l'est pour l'Afrique, vers l'ouest pour l'Australie et les régions circonvoisines. L'étude des Péripates du Chili permettra peut-être de résoudre ce problème.

» En tous cas, il paraît bien certain que l'Amérique centrale et la région caraïbe ont été le centre d'origine et de migration des Péripates; leur dispersion vers l'est ne laisse également guère de doute, et l'on doit s'attendre à les découvrir dans toutes les parties tropicales de l'Afrique orientale, au moins jusqu'à la région des îles du Cap Vert. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation des Pleurotomaires.* Note de MM. **E.-L. Bouvier** et **H. Fischer**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Nous avons déjà exposé dans une première Note, présentée en mars 1897, les résultats de nos recherches sur le système nerveux de *Pleurotomaria Quoyana* et les considérations générales que l'on peut déduire de cette étude. Nous nous proposons maintenant de compléter les notions précédemment acquises.

» *Système nerveux.* — Les cellules nerveuses des ganglions cérébroïdes sont de petite dimension, comme c'est la règle chez les Prosobranches.

» Les cordons nerveux scalariformes palléo-pédieux sont réunis en avant par une grande commissure : celle-ci contient des fibres nerveuses qui réunissent les parties palléales et d'autres qui réunissent les parties pédieuses.

» La commissure viscérale croisée se détache du connectif qui unit le ganglion cérébroïde à la partie palléale du cordon scalariforme (connectif cérébro-palléal); les fibres nerveuses de cette commissure proviennent les unes des ganglions cérébroïdes, les autres des cordons scalariformes; on ne voit pas de renflement ganglionnaire appréciable dans la région où elle prend naissance, mais seulement une certaine quantité de cellules nerveuses : le ganglion palléal des Pectinibranches est donc absent ou absolument diffus chez les Pleurotomaires.

» Un certain nombre des nerfs qui naissent latéralement des cordons scalariformes ont une origine mixte : ils se détachent en partie de la région palléale et en partie de la région pédieuse. L'examen des fibres nerveuses confirme la réalité de cette structure, déjà bien visible par la dissection.

» *Organes des sens.* — L'œil se présente extérieurement sous l'aspect d'un très petit orifice situé à la base du tentacule; sa structure, très primi-

tive, est la même que chez les *Trochus* : c'est une cupule tapissée par la zone pigmentée, ouverte à l'extérieur, mais dont la cavité est comblée par le cristallin.

» Les deux otocystes sont situés en avant et un peu au-dessus de la commissure palléo-pédieuse : ils sont ovoïdes; leur plus grand diamètre mesure $0^{mm},55$. Leur cavité est bourrée d'otolithes transparents, de dimensions très inégales : les petits (de 2μ à 7μ) sont exactement sphériques; les gros (jusqu'à 15μ et 20μ) sont ovoïdes ou bosselés. Le grand nombre, la petitesse et l'irrégularité des otolithes s'accordent très bien avec les caractères primitifs présentés par les autres organes.

» *Radule.* — La description de M. le professeur Dall ayant trait surtout aux parties centrales de la radule, il est utile d'en faire une étude plus complète. Chaque rangée transversale comprend une dent centrale d'assez petite dimension, presque couchée sur la surface d'insertion, portant une cuspide médiane et une paire d'expansions latérales. De chaque côté de cette dent on en trouve environ 115 autres qui présentent une suite ininterrompue de modifications et qu'il est assez difficile, par conséquent, de séparer en dents latérales et marginales : nous les numéroterons de 1 à 115, en partant de celle qui est voisine de la dent centrale.

» Les dents 1 et 2 sont grandes, larges, lamelleuses, subquadrangulaires, disposées presque transversalement sur la surface d'insertion. Les suivantes sont alignées dans une tout autre direction, formant un angle d'environ 30° avec l'axe; leur taille diminue jusqu'à la 6ᵉ ou 7ᵉ, en même temps que leur forme tend à devenir triangulaire; entre la 7ᵉ et la 25ᵉ, la taille reste à peu près constante, puis au delà elle s'accroît considérablement; en même temps, la forme change et, à partir de la 30ᵉ dent, on voit apparaître, à l'extrémité libre, des cuspides qui sont au nombre maximum de trois. Ces dents à cuspides, les *uncini* de M. Dall, sont allongées et incurvées. Des modifications simultanées se produisent à la base des dents : à partir de la 30ᵉ environ, cette base s'élargit fortement, et bientôt une portion s'en détache pour former une pièce basale supplémentaire, bien séparée vers la 33ᵉ dent, peut-être même avant, et qu'on observe jusqu'à la 79ᵉ. La base, qui avait son maximum de largeur vers la 33ᵉ dent, diminue jusque vers la 40ᵉ et se maintient constante au delà sur un long intervalle.

» Les dents à cuspides paraissent être d'abord tricuspides; plus loin, le nombre des cuspides se réduit à 2, peut-être même à 1, vers la 40ᵉ dent; les dents tricuspides reparaissent ensuite, mais avec une structure diffé-

rente; elles sont, en outre, plus minces et grêles. Aux environs de la 50e dent, on commence à distinguer, au-dessous des trois cuspides, un petit mamelon qui se garnit bientôt d'excroissances sétiformes de plus en plus longues : par ces modifications successives qui s'observent sur un intervalle de quatre ou cinq dents, l'extrémité portant les cuspides est bientôt enveloppée par une houppe de soies. Cette structure très spéciale est visible sur une grande longueur de la radule et disparaît assez rapidement vers la 109e ou 110e dent.

» M. Dall a déjà décrit ces houppes chez le *Pleurotomaria Adansoniana*, mais ne les avait pas observées chez le *Pl. Quoyana:* nous pouvons affirmer leur existence, qui paraît dès lors caractéristique dans le genre *Pleurotomaria*.

» Les dernières dents, à partir de la 106e ou 107e, jusqu'à l'extrémité de la rangée, sont minces et foliacées; après la disparition des houppes, l'ensemble des cinq ou six dernières rappelle absolument l'aspect d'un éventail ouvert dont les lames seraient légèrement recourbées.

» La grande difficulté qu'on éprouve à distinguer des régions bien limitées dans une rangée de la radule montre encore une fois de plus le caractère primitif de l'organisation des Pleurotomaires. »

BOTANIQUE. — *Sur la structure et l'évolution du protoplasma des Mucorinées.* Note de M. L. MATRUCHOT [1], présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Note antérieure [2], j'ai exposé que, chez une Mucorinée appartenant au genre *Mortierella*, le cytoplasma des filaments mycéliens immergés présente une structure assez particulière : au milieu d'un *hyaloplasma* indifférent au réactif colorant employé, on observe un certain nombre de cordons formés d'un protoplasma très légèrement granuleux, colorable, correspondant à l'*enchylema* de certains auteurs. Pour des raisons que j'ai données, cet enchylema m'a paru être seul le siège des courants protoplasmiques qu'on observe sur le vivant; aussi ai-je considéré ces cordons comme de véritables canalicules creusés dans une masse hyaloplasmique légèrement résistante.

---

(1) Travail fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(2) L. MATRUCHOT, *Sur la structure du protoplasma fondamental dans une espèce de* Mortierella (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 1321).

» Pour la partie jeune des filaments, je n'ai pas réussi jusqu'ici à mettre cette structure en évidence, et je suis porté à croire que, dans cette région, le cytoplasma n'est pas différencié en hyaloplasma et enchylema, que là, en un mot, en dehors des granules qu'il renferme, il a une structure homogène.

» Dans les parties très âgées du mycélium immergé, cette structure a disparu, et cela par le processus que j'indiquerai plus loin; on n'observe plus que des traces de cytoplasma adhérentes à la membrane cellulaire, et le reste de la cavité mycélienne est occupé par de l'eau peu chargée de substances étrangères.

» La structure canaliculaire dont j'ai parlé se présente donc comme un stade de transformation du cytoplasma. Or, en appliquant le même procédé de coloration à diverses Mucorinées appartenant à des genres variés (*Mortierella, Mucor, Helicostylum,* etc.), j'ai retrouvé les mêmes aspects, la même structure. Cette différenciation semble donc être un stade de l'évolution normale du cytoplasma chez les Mucorinées.

» On peut interpréter de la façon suivante les faits observés. Dès que le cytoplasma, n'étant plus très jeune, cesse d'être homogène, il se fait une séparation, un *départ*, entre l'enchylema et l'hyaloplasma. La cavité du filament renferme alors une masse hyaloplasmique parfaitement transparente, au milieu de laquelle l'enchylema se dispose en longs cordons plus ou moins granuleux, présentant des courants protoplasmiques. Le départ entre ces deux substances se fait de façon symétrique autour de l'axe du filament, et les canalicules se trouvent ainsi disposés régulièrement, à une distance sensiblement constante et toujours très faible de la périphérie. Même lorsque le filament mycélien est volumineux et renferme jusqu'à huit ou dix canalicules, aucun de ces canalicules n'est central : sur une coupe transversale schématique, ils seraient disposés sur une circonférence concentrique au pourtour du filament. Il semble donc que la cause de la différenciation ait une origine périphérique et ne réside pas dans les propriétés intrinsèques du protoplasma.

» En vieillissant, les canalicules se morcellent, et ce morcellement se fait par un processus analogue à celui qui a produit la première différenciation du cytoplasma. De distance en distance apparaissent, en effet, des disques de nature hyaloplasmique qui constituent comme autant de solutions de continuité dans les cordons d'enchylema. Ces disques présentent les caractères suivants :

» En premier lieu, ils ont, au moment où ils se forment, une épaisseur

assez constante et égale à celle de la zone intercanaliculaire ($\frac{3}{4}$ de μ environ) : ces disques semblent donc être, comme celle-ci, déterminés par l'action de forces capillaires.

» En second lieu, ils constituent une section nette, *plane*, sensiblement perpendiculaire à la direction du canalicule. Ceci me paraît venir à l'appui des raisons que j'ai déjà données et confirmer d'une façon certaine la rigidité de l'hyaloplasma : si celui-ci était parfaitement fluide, les surfaces terminales des tronçons d'enchylema seraient convexes et non planes.

» Enfin, les disques s'épaississent peu à peu aux dépens de l'enchylema, les canalicules se morcellent de plus en plus, et à la fin il ne reste de l'enchylema que des particules accolées à la membrane, tout le reste de la cavité étant occupé par un liquide qui est de l'hyaloplasma devenu entièrement aqueux.

» En résumé on peut déduire, de toutes mes observations sur ce sujet, les conclusions suivantes :

» *Le cytoplasma des Mucorinées se différencie, à un moment donné, en une masse transparente (hyaloplasma) et en un certain nombre de cordons protoplasmiques granuleux (enchylema) inclus et disposés régulièrement à la périphérie. En vieillissant, les cordons protoplasmiques se morcellent et toute la masse finit par se transformer en un hyaloplasma de plus en plus aqueux. Cet état final n'a donc pas ici l'origine que l'on décrit dans les végétaux supérieurs comme étant due à l'extension des vacuoles.* »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la résistance des graines à l'immersion dans l'eau* (1). Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

» Parmi les moyens de dissémination que la nature emploie pour répandre les graines au loin, on admet généralement que le transport par eau joue un assez grand rôle. Plusieurs auteurs, Darwin et Charles Martins entre autres, se sont occupés du transport par l'eau de mer et ont montré que beaucoup de graines résistent à l'action nocive de cette dernière et germent encore lorsqu'elles ont été immergées pendant fort longtemps. Il n'existe, à ma connaissance, aucune expérience précise se rapportant à l'action de l'eau douce. La dissémination par cet élément, si répandu à

---

(1) Travail du laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

la surface du globe, doit, à tout prendre, être beaucoup plus importante que la précédente ; les rivières, en effet, transportent des graines dans des régions assez limitées, où les conditions climatologiques sont à peu près les mêmes, et où, par suite, la plante a le plus de chances de germer et de survivre. Il s'agit de savoir si les graines peuvent résister à un séjour prolongé dans l'eau, où elles ont plusieurs raisons d'être détruites, notamment par la pression osmotique du liquide qui pénètre dans les cellules, par la perte d'éléments solubles, par le bacille Amylobacter qui dissout la cellulose et produit la fermentation butyrique, par la difficulté d'absorption de l'oxygène et enfin par l'attaque de divers organismes inférieurs.

» Cette étude présente aussi un autre intérêt biologique. Il arrive souvent, en effet, que de vastes étendues de terrain sont submergées pendant longtemps, soit par l'inondation, soit par des pluies abondantes. Que deviennent les graines dans ces terrains détrempés? Au bout de combien de temps meurent-elles?

» Telles sont les questions que je vais examiner. Les expériences auxquelles je me suis livré sont de deux ordres : dans les unes, l'eau était renouvelée toutes les vingt-quatre heures; dans les autres, l'eau était confinée, c'est-à-dire n'était jamais renouvelée. Le Tableau ci-dessous indique au bout de combien de jours la mort a été constatée.

Nombre de jours au bout desquels les graines meurent
(Température de 15° à 20° C.).

	Immersion	
	dans l'eau renouvelée.	dans l'eau confinée.
	jours	jours
Betterave	148	30
Bouillon blanc	115	49
Poireau gras de Rouen	90	45
Asperge violette de Hollande	75	145
Bourrache officinale	57	28
Anis vert	57	21
Fenouil doux	39	30
Pavot double grand	27	25
Lin	13	12
Blé de Bordeaux	10	17
Avoine noire de Brie	9	11
Millet	9	6
Moutarde blanche	7	5
Mauve officinale	6	10

	Immersion dans l'eau renouvelée.	Immersion dans l'eau confinée.
	jours	jours
Soleil grand simple	110	»
Giroflée	20	»
Ricin sanguin	»	68
Vesce velue du printemps	»	45
Trèfle violet	»	32
Genêt d'Espagne	»	30
Chanvre	»	12
Maïs	»	10
Sarrasin	»	3

» On voit que les graines se comportent très diversement par rapport à l'immersion dans l'eau. Il en est qui résistent à peu près le même temps dans l'eau renouvelée et dans l'eau confinée (Lin, Pavot). D'autres résistent mieux dans l'eau renouvelée (Moutarde, Fenouil, Millet, Anis vert, Betterave, Bouillon blanc, Tomate, Poireau, Bourrache). D'autres enfin résistent plus dans l'eau confinée (Mauve, Blé, Avoine, Asperge).

» J'ai fait aussi quelques expériences sur l'influence d'immersions *peu prolongées* sur le pouvoir germinatif des graines placées les unes dans l'eau courante, les autres dans l'eau confinée. De ces expériences il résulte que l'immersion dans l'eau confinée amène des perturbations graves dans le pouvoir germinatif. Celui-ci est toujours plus faible, ou, tout au plus, égal, dans l'eau confinée que dans l'eau courante. C'est ainsi que le pouvoir germinatif, après une immersion de vingt-quatre heures, s'est montré :

Pour le	Sarrasin	de 81	dans l'eau courante et de	55	dans l'eau confinée
»	Blé	de 99,6	»	64	»
»	Maïs	de 85	»	84	»
»	Pois	de 98	»	94	»

» Pour une immersion de quarante-huit heures, le pouvoir germinatif s'est montré :

Pour le	Sarrasin	de 70	dans l'eau courante et de	52	dans l'eau confinée
»	Blé	de 100	»	97	»
»	Maïs	de 89	»	80	»
»	Pois	de 97	»	85	»

» Les mêmes expériences montrent que, pour certaines graines, l'immersion dans l'eau confinée ne se borne pas à diminuer le pouvoir germi-

natif; elle retarde en outre la germination. Par exemple, pour le Sarrasin placé dans l'eau courante, le plus grand nombre de semences germent dans les premières vingt-quatre heures de leur séjour au germoir. Au contraire, pour celles placées dans l'eau confinée, le plus grand nombre ne germent que le second jour. »

GÉOLOGIE. — *Contributions à la connaissance des roches éruptives dans les Alpes françaises.* Note de MM. **W. Kilian** et **P. Termier**, présentée par M. Michel Lévy.

« Le but de cette Note est de signaler quelques faits nouveaux relatifs aux formations éruptives des Alpes françaises et résultant de nos observations récentes. Ces contributions à l'étude des roches alpines peuvent être résumées comme suit :

» I. Existence de *Microdiorites* dans la haute vallée de la Clarée (Chalets du Jadis, etc.).

» Ces roches forment là une série d'affleurements importants qui se relient, par les gisements de Queyrellin, à ceux qu'Élie de Beaumont et Ch. Lory ont successivement décrits sous le nom de *Roche feldspathique* et de *Porphyre dioritique* au col du Chardonnet, et qui ont la même composition (Microdiorites); elles forment des filons-couches nombreux dans les grès houillers du Briançonnais septentrional.

» II. Réapparition d'un Granite du type *Granite du Pelvoux,* sur la rive gauche de la Durance, au Plan-de-Phazy, près Mondauphin (Hautes-Alpes).

» III. Accumulation locale de *galets de Porphyres pétrosiliceux* (*Felsophyres*), dans les conglomérats priaboniens à petites Nummulites de la région d'Allos (Basses-Alpes), indiquant l'existence probable de filons porphyriques sous les dépôts tertiaires du bassin du haut Var.

» IV. Présence de galets de Microgranite et de Porphyre quartzifère, d'un type encore inconnu dans les Alpes françaises, parmi les éléments des conglomérats miocènes marins des environs de Grenoble, où ils sont accompagnés de roches manifestement alpines [Spilites (Mélaphyres), Protogine, Quartzites permiens, etc.].

» V. Découverte, dans les dépôts quaternaires (alluvions anciennes, glaciaire) de diverses localités, d'un certain nombre de roches éruptives ou de variétés non encore signalées *in situ* dans la région (*Orthophyre amphibolique à quartz, Mandelstein, Diorite orbiculaire,* etc.).

» L'existence de ces roches permettra de préciser, lorsque leurs affleurements seront connus, le parcours qu'ont suivi les courants fluvio-glaciaires dans certaines parties de nos Alpes.

» VI. Les pointements de *roches vertes* (Gabbros altérés et transformés par dynamométamorphisme) du mont Pelvas (Garavas des Italiens) et du Bric-Bouchet, dans le Haut-Queyras, nous ont fourni une série de types intéressants tels que : Schistes à zoïzite, sphène, chlorite, actinote; Schistes à trémolite et séricite, à glaucophane, épidote et albite; roches albilifères à zoïzite, etc.; et, à Villanova, dans la haute vallée du Pellice, une roche à chlorite, actinote, épidote, zoïzite, albite et sphène avec quartz. Tous ces types proviennent de l'altération et de la *transformation* des roches basiques.

» Des filonnets, traversant les Gabbros du Pelvas, contiennent des minéraux bien cristallisés, tels que : albite-oligoclase à 12 pour 100 d'anorthite (commune), épidote grise, zoïzite jaune, zoïzite rose, prehnite, trémolite, etc. »

GÉOLOGIE. — *Sur un tuf quaternaire reconnu à Montigny, près Vernon.* Note de M. **Gustave-F. Dollfus**, présentée par M. Michel Lévy.

« Les explorations pour l'établissement d'une nouvelle édition de la Carte géologique d'Évreux au $\frac{1}{80000}$ m'ont amené à reconnaître la présence d'un dépôt important de tuf à Montigny, près Vernon (Eure).

» Ce tuf est adossé dans sa partie haute, vers l'altitude de 75^m, à la Craie blanche à *Echinocorys vulgaris* et il paraît reposer dans sa partie basse, vers l'altitude de 40^m, sur les graviers diluviens de la vallée de la Seine; les contacts même ne sont pas visibles. Les fossiles qu'il renferme permettent de fixer son âge; une petite carrière récemment ouverte, près d'une nouvelle route montant au plateau, m'a montré des couches farineuses irrégulièrement endurcies, riches en empreintes végétales (noisetier, saule, buis, figuier) et en coquilles de Mollusques bien conservées. Les espèces principales sont *Zonites acieformis* Klein, *Helix Chouqueti* Tourn., *Helix nemoralis* L. var., *Helix obvoluta* Mull., *Helix rotundata* Mull., *Helix lapicida* L., *Hyalina glabra* Studer, *Cyclostoma lutetianum* Bourg., *Clausilia laminata* Mtg., *Carychium tridentatum* Bourg., *Acme Dupuyi* Palad., *Cœcilianella acicula* Mull.; plusieurs espèces indéterminées de *Clausilia, Succinea, Hyalina*.

» Cette faune est la même que celle trouvée dans le tuf de la Celle, près Moret, et qui a été étudiée avec succès, il y a une vingtaine d'années, par R. Tournouër; plus récemment, M. Munier-Chalmas en a repris l'étude.

» On peut la classer dans le quaternaire supérieur. La majeure partie de ces coquilles ne vivent plus actuellement dans la région environnante, mais sont émigrées au Midi; d'autres sont éteintes; elles dénotent un climat sensiblement plus chaud que le climat actuel, et leurs analogues sont vivantes dans les parties méridionales de la France.

» Le tuf de Montigny paraît dû à une source très abondante, encore existante, qui, dès son apparition, met en mouvement une série de moulins échelonnés sur le flanc du coteau; cette source sort, vers l'altitude de 78^{m}, d'une couche de sables fins, gris et jaunes, appartenant à l'âge des sables de Cuise et situés à la base du calcaire grossier, au contact de l'argile du Soissonnais qui forme un niveau de base imperméable. Au-dessus du calcaire grossier, on trouve successivement en montant : des grès argileux verdâtres appartenant aux sables moyens, un calcaire blanc fossilifère avec argile verdâtre de l'horizon du calcaire de Saint-Ouen, puis le calcaire de Champigny, l'argile verte, le calcaire meulier de Brie; enfin un revêtement irrégulier, sur le plateau, de sables granitiques renfermant des débris de sables de Fontainebleau et de meulière de Beauce.

» La grande faille de Vernon, qui est franchement synclinale, coupe le village de Montigny, mais elle paraît étrangère et bien antérieure au tuf. Toute une série de sources, donnant une eau très calcaire, surgissent entre Bizy et Saint-Pierre-d'Autils, dans les mêmes conditions; elles proviennent de l'infiltration des eaux dans le long plateau anticlinal entre l'Eure et la Seine (anticlinat de Beynes) et se trouvent arrêtées à mi-hauteur par l'horizon des argiles du Soissonnais. Ces eaux se perdent dans la craie après un faible parcours, bien avant d'atteindre la Seine.

» La durée de formation du tuf de Montigny a dû être fort longue, étant donnés son épaisseur et les gros bancs solides qui affleurent le long de la rue des Moulins et qui ont été autrefois exploités; peut-être la faune et la flore peuvent présenter des différences dans cette hauteur; la zone qu'il nous a été possible d'étudier appartient à la partie moyenne.

» L'intérêt du gisement de Montigny, près Vernon, ressort encore de la liaison qu'il apporte entre le gisement de la Celle-sous-Moret, situé en amont, et le gisement de Saint-Pierre-lès-Elbeuf, situé en aval, gisements dont la faune est identique, ce qui permet de généraliser les conditions stratigraphiques et météorologiques dans lesquelles s'est trouvé le bassin

de Paris lors du Pléistocène supérieur, pendant la période qui a précédé immédiatement la nôtre. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'éboulement de Saint-Pierre-de-Livron et les infiltrations des plateaux de tuf.* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Gaudry.

« Le 29 mars 1897, à 7^h du matin, le plateau de tuf haut de 8^m à 10^m, sur lequel est bâti le village de Saint-Pierre-de-Livron, près Caylus (Tarn-et-Garonne), s'effondrait en partie dans la vallée de la Bonnette, écrasant deux maisons, entraînant un coin du cimetière et menaçant même l'église.

» D'après les renseignements fournis par un observateur sérieux et compétent, M. Mathet, pharmacien à Saint-Antonin, trois causes paraissent avoir déterminé l'accident :

» 1° L'infiltration des eaux sous la masse de tuf, révélée par la découverte d'une petite grotte à stalactites, mise à jour à la suite de l'éboulement;

» 2° L'abondance des pluies de l'hiver 1896-1897;

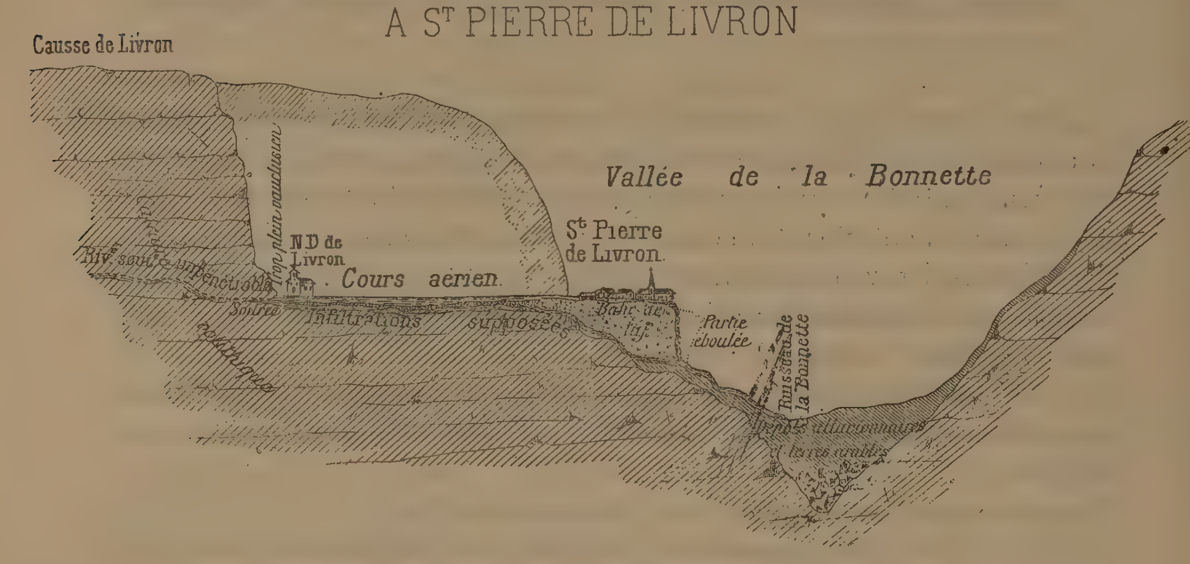
» 3° L'exploitation imprudente des bancs de tuf de Saint-Pierre, qui n'aurait pas été entourée de toutes les précautions nécessaires.

» Il y a certainement un enseignement géologique très utile à tirer de l'éboulement de Saint-Pierre-de-Livron. La coupe ci-contre, due à M. Mathet, montre comment le plateau de tuf a été formé par les dépôts aériens de la source très calcarifère (¹) de Notre-Dame-de-Livron, qui sort du pied du Causse de Livron, en amont de Saint-Pierre (²). Or tout récemment, M. Félix Mazauric a démontré, par l'étude approfondie des grottes très accidentées de la Boudène (Gard) (³), entièrement situées dans le tuf, que la nature poreuse de cette substance peut permettre aux eaux de s'infiltrer entre la base d'un dépôt de tuf et le sommet de son substratum plus compact. J'avais déjà observé le même fait en 1893 à la Perte de l'Argens (Var) (*Les Abîmes*, p. 421). C'est ce qui s'est produit à la Boudène et, sans doute, aussi à Saint-Pierre-de-Livron. Et ces deux localités nous ap-

(¹) Voir Belgrand, *Sur la formation des tufs* (*Bull. Soc. géolog.* Réunion de Montpellier, p. 331; 1868).
(²) Voir mes *Abîmes*, p. 254.
(³) *Bulletin de la Société de Spéléologie*, n° 3, p. 87; 1895.

prennent que les habitations ou villages, si nombreux, bâtis sur ou sous des falaises de tuf ne sont rien moins qu'à l'abri de quelque cataclysme plus plus ou moins prochain.

COUPE TRANSVERSALE DE LA VALLÉE DE LA BONNETTE
A St PIERRE DE LIVRON



» Un des principaux bourgs de l'Aveyron, Salles-la-Source, est pareillement édifié, dans un des plus pittoresques sites de la France, sur trois immenses terrasses de tuf, étagées à l'issue de la rivière souterraine du Tindoul-de-la-Vayssière (¹) : précipitée en cascades dès sa venue au jour, cette rivière, a, depuis des siècles, redéposé sur ces trois gradins le carbonate de chaux qu'elle avait enlevé par dissolution aux parois de son tunnel calcaire pendant son long parcours intérieur; de nombreuses usines utilisent maintenant la force motrice de ses chutes successives. Or il est fort possible qu'une partie de la rivière s'écoule souterrainement sous la masse même des tufs de Salles-la-Source (où il existe déjà de petites grottes) et qu'un jour une catastrophe survienne là comme à Saint-Pierre-de-Livron. Assurément il ne saurait être question de déplacer ni d'abandonner un bourg de cette importance, mais il serait bon que les habitants et industriels de Salles (et des localités situées dans des conditions semblables) prissent note de l'avertissement fourni par Saint-Pierre et s'abstinssent complètement de tous travaux souterrains et de toute exploitation de carrières dans

(¹) Voir *Comptes rendus,* 7 novembre 1892.

les tufs de leur sous-sol. L'attention du Service des mines et carrières devrait être appelée sur ce point, si nouvellement mis en lumière. »

EMBRYOLOGIE. — *Notes embryologiques sur la migration des ganglions spinaux.* Note de M. A. CANNIEU.

« Après leurs premiers stades de développement bien étudiés par His, Marsahl, Henneguy, Lenhosseck, les ganglions spinaux ont été peu suivis dans leur évolution ultérieure.

» Mes recherches ont porté non seulement sur les Vertébrés supérieurs (Homme, Mammifères et Oiseaux), mais encore sur les Batraciens et les Poissons osseux.

» Il m'a semblé intéressant de rechercher les rapports des ébauches ganglionnaires spinales avec les formations constituant plus tard la colonne vertébrale, c'est-à-dire avec le sclérotome, ainsi qu'avec les segments primordiaux ou myotomes.

» Chez tous les embryons des animaux, plus haut cités, le ganglion descend entre la moelle épinière d'une part et le sclérotome de l'autre (la première en dedans, le second en dehors), et non, comme certains l'ont avancé, entre le sclérotome et le myotome. Chez des embryons assez âgés, en effet, on peut observer que les amas de cellules ganglionnaires sont complètement enfermés dans l'ébauche cartilagineuse de la colonne vertébrale. Ces ganglions occupent successivement des places différentes dans le développement ontogénique des divers groupes. Ils sont d'abord situés au niveau de la portion dorsale de la moelle, puis ils cheminent vers les parties latérales pour sortir enfin chez certains (Homme, Oiseaux) par les trous de conjugaison [1].

» Chez le Poulet, où ce fait a surtout été bien étudié par nous, la partie distale ganglionnaire sort de la colonne vertébrale vers le huitième ou le neuvième jour, et chez la Truite on observe le même fait sur des embryons de $1^{cm},5$.

» D'après cette description, on voit combien remarquable est la migration que subissent les ganglions spinaux. Mais, indépendamment de l'intérêt qui s'attache à une pareille migration et aux rapports de ces organes vis-à-vis des formations embryologiques primitives, les faits dont nous

---

[1] Ce dernier stade n'a pas été suivi chez les autres espèces et les autres groupes.

venons de parler nous permettent encore d'apporter de nouveaux éléments pour la solution d'une question théorique du plus haut intérêt.

» Entre les ganglions spinaux et cérébraux, il restait, malgré les recherches de His, de Marsahl, de Van Gehuchten et de Kölliker, un dernier point à élucider encore, constituant une différence essentielle entre les uns et les autres : c'est que les premiers sont enfermés dans l'enveloppe osseuse (dans le crâne), tandis que les seconds sont placés plus ou moins à l'extérieur (en dehors de la colonne vertébrale). Mes recherches ont l'avantage de faire disparaître ces différences et de démontrer que, primitivement, chez l'embryon des Poissons osseux, des Batraciens, des Oiseaux, des Carnassiers et de l'Homme, ces ganglions sont complètement enfermés dans l'enveloppe scléreuse de la moelle. Ce n'est que plus tard, *secondairement par conséquent,* dans la suite du développement, que les ganglions spinaux sortent de l'intérieur de la colonne vertébrale.

» Leur situation en dehors de cet organe a, pensons-nous, peu d'importance puisqu'elle relève d'un caractère secondairement acquis. Primitivement (et c'est là un fait capital), les ganglions des nerfs craniens et des nerfs spinaux occupent l'intérieur de l'enveloppe scléreuse. On peut donc établir entre eux des homologies absolument complètes et parfaites, même à ce point de vue. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude des matières albuminoïdes contenues dans les farines des légumineuses et des céréales.* Note de M. E. **Fleurent**, présentée par M. Schlœsing.

« Dans un précédent travail [1] j'ai montré comment l'action de la baryte en vase clos sur les matières albuminoïdes extraites des farines de légumineuses permet de prévoir que ces matières doivent être formées d'un mélange de divers produits, ayant, les uns une constitution chimique qui les classe dans la catégorie de la légumine, les autres une constitution qui, au contraire, les classe dans la famille du gluten. J'ai indiqué, à cette époque, les différences sensibles qui permettent de ranger les unes et les autres de ces substances dans des catégories distinctes.

» Je voudrais montrer aujourd'hui que, en employant les réactifs et les moyens que j'ai étudiés précédemment pour la séparation des principes

---

[1] *Thèse de doctorat,* p. 41 et suiv.

immédiats azotés contenus dans les farines des diverses céréales, on peut, en effet, isoler des graines de légumineuses diverses matières protéiques, différentes par leurs propriétés physiques et chimiques, jouant dans l'industrie de la meunerie et de la boulangerie un rôle qui, jusqu'à présent, n'a pas reçu d'explication.

» C'est sur la plus importante de ces farines de légumineuses, la farine de féverole, que se sont concentrées mes études.

» Les farines de féverole sont très riches en matières azotées : elles en contiennent généralement de 25 à 32 pour 100. Ces matières peuvent être rapidement séparées en deux classes principales : les unes, légumine et albumine végétale, sont, en effet, solubles dans l'eau distillée; les autres, insolubles dans ce véhicule, sont solubles, au contraire, dans l'eau alcalinisée soit par la potasse, soit par la soude caustique.

» Les matières azotées insolubles constituant celles qui, d'après leurs propriétés, doivent être rangées dans la famille du gluten, j'ai voulu m'assurer que, comme je l'ai montré pour les farines des céréales diverses, ce gluten est encore ici formé par ses deux principes immédiats principaux, la gluténine et la gliadine. L'application de la méthode que j'ai exposée dans une précédente Communication (¹) m'a montré qu'il en est bien ainsi et j'ai pu isoler de la farine de féverole, notamment, un produit présentant tous les caractères de la gliadine, la gluténine restant mélangée à l'amidon insoluble dans le réactif employé.

» Ces faits étant acquis, j'ai, par un procédé qu'il serait trop long de décrire ici et qui trouvera sa place dans un Mémoire complet sur la question, séparé ces différents produits azotés ainsi classifiés; je les ai pesés, et la composition, examinée à ce point de vue, d'une farine de féverole peut être exprimée de la manière suivante :

Matières azotées totales.		*Composition du gluten* = 11,92.	
Légumine	18,92	Gluténine	9,52
Albumine végétale	0,20	Gliadine	2,40
Gluten	11,92		
Total	31,04		

» Mais on sait que la légumine a toutes les propriétés d'une caséine végétale. Au point de vue qui nous occupe, il faut retenir qu'elle se précipite sous la forme d'une poudre inerte par la neutralisation des liqueurs qui la contiennent en dissolution et que, dans l'emploi que nous allons en faire tout à l'heure, elle se comporte absolument comme je l'ai indiqué pour la gluténine.

» L'albumine végétale, au contraire, ne se coagulant qu'à température élevée, a les mêmes effets que la gliadine dont j'ai signalé les propriétés caractéristiques.

» Si donc, dans le Tableau précédent, on rapproche les uns des autres les produits ayant des propriétés physiques identiques, si l'on rapporte à 100 les chiffres cités, la

(¹) *Comptes rendus*, 3 août 1896.

composition des matières azotées de la farine de féverole peut s'exprimer de la manière suivante :

Caséines végétales	Légumine	60,95	91,60
	Gluténine	30,65	
Fibrines végétales	Albumine.......	0,64	8,40
	Gliadine.......	7,76	
		Total......	100,00

» D'une manière générale, on peut donc dire que la farine de féverole est très riche en matières azotées, ces matières ayant une composition immédiate analogue à celles qu'on peut extraire des céréales autres que le blé, dont le gluten est inextractible par les procédés ordinaires de malaxage sous un courant d'eau.

» Ce qui précède étant établi, je me suis demandé quel rôle peut jouer, en boulangerie, la farine de féverole. On sait, en effet, et c'est là une pratique autorisée, que l'on additionne de 2 à 3 pour 100 de ce produit certaines farines de blé dont il faut corriger les défauts. Cette addition se pratique assez couramment dans le nord de la France.

» Dans un Travail précédent, j'ai montré [1] que la valeur boulangère des farines de bonne qualité est liée directement à la composition immédiate du gluten et que cette valeur est d'autant plus grande que la composition de ce gluten se rapproche plus de celle indiquée ci-dessous :

Gluténine....................................	25
Gliadine......................................	75

» Or j'ai eu l'occasion de m'assurer, à différentes reprises, que les farines de blé pour lesquelles il est nécessaire de faire intervenir en mélange, pendant le pétrissage, la farine de féverole possèdent, en général, peu de gluten, 7 à 8 pour 100, ce gluten ayant la composition :

Gluténine.................	18 à 22 pour 100
Gliadine..................	78 à 82 pour 100

» De telles farines ne donnent, à la panification, que des pains plats, et, par conséquent, d'une grande compacité.

» J'ai, dès lors, pensé que le rôle joué par la farine de féverole avait pour but, la légumine se précipitant nécessairement dans le milieu acide créé par le pétrissage et la fermentation panaire, de remédier au défaut communiqué aux farines par l'excès de gliadine qu'elles contiennent dans

(1) *Comptes rendus*, 9 novembre 1896 et 3 mai 1897.

ce cas en ramenant le rapport $\frac{\text{gluténine}}{\text{gliadine}}$ aussi près que possible de la valeur la plus favorable, soit $\frac{25}{75}$.

» Un calcul simple montre qu'il en est bien ainsi. Si, en effet, à une farine contenant 7,5 pour 100 de gluten ayant la composition centésimale :

Gluténine	20
Gliadine	80

on ajoute 2 pour 100 de la farine de féverole dont je viens de donner la composition, après cette addition, la farine contiendra 8,10 pour 100 de gluten ayant la composition :

Gluténine	25,30
Gliadine	74,70

» On pourra s'assurer qu'il en est de même si l'on ajoute 3 pour 100 du même produit à une farine de blé dont le gluten contient :

Gluténine	18
Gliadine	82

» Telle est l'explication scientifique du rôle joué par les farines des légumineuses, rôle correctif, passé depuis longtemps dans la pratique sans qu'on en connût la raison. Je puis encore ajouter que la farine de riz, dont j'ai aussi étudié précédemment la composition, employée à la dose de 8 à 12 pour 100, produit des effets identiques. »

VITICULTURE. — *Sur les époques de traitement du black rot dans le sud-est de la France.* Note de M. **Joseph Perraud**, présentée par M. Guignard.

« Dans une Note précédente (1), j'ai fait connaître la marche générale des invasions du black rot dans les vignobles du sud-est de la France. Mon intention, aujourd'hui, est d'indiquer la relation qui existe entre les époques d'application des traitements cupriques et les résultats donnés par ces mêmes traitements.

» C'est à l'ignorance de cette relation qu'il faut attribuer l'habitude prise, ces dernières années, par certains viticulteurs, d'exagérer le nombre des

---

(1) *Comptes rendus,* 8 novembre 1897.

traitements contre le black rot; il paraît aujourd'hui établi que beaucoup restaient sans effet utile. Les seuls traitements nécessaires sont ceux qui sont appliqués à certaines époques. Les expériences dont je vais résumer les résultats ont eu pour but la détermination de ces époques pour les régions du sud-est et celles à climat analogue. Elles ont été organisées en Beaujolais, dans un foyer intense de black rot, de la manière suivante : des parcelles de vignes recevaient des traitements en nombre variable; ces traitements étaient diversement combinés, c'est-à-dire que certaines parcelles recevaient le même nombre de sulfatages, mais à des époques différentes. La même expérience portait sur deux parcelles.

» Expériences de 1896. — *Époques des invasions :* 26 mai, 10 juin, 22 juin, 5 juillet, 18 juillet, 1er août, 17 août. *Époques des traitements :* 5 mai, 15 mai, 1er juin, 13 juin, 25 juin, 8 juillet, 18 juillet, 30 juillet.

» Le traitement effectué le 15 mai, alors que les bourgeons avaient de $0^m,15$ à $0^m,20$ de longueur, avait complètement préservé la Vigne de la première invasion. Les parcelles ayant reçu les traitements des 5 et 15 mai ne se trouvaient pas mieux protégées, ce qui indiquait l'inutilité du premier traitement, fait au moment où les pousses avaient environ $0^m,05$. Les parcelles ayant reçu seulement le traitement du 5 mai étaient beaucoup moins bien préservées. Les carrés qui n'avaient reçu aucun de ces deux traitements étaient très contaminés.

» Les traitements du 15 mai et du 1er juin ont été nécessaires pour arrêter l'invasion du 10 juin. Le sulfatage du 13 juin a mis les vignes à l'abri de l'attaque du 22 juin, qui a taché quelques feuilles à l'extrémité des rameaux privés de ce dernier traitement. Mais cette opération n'a pas paru utile au point de vue de la préservation définitive de la récolte, puisque le sulfatage du 25 juin a permis de se défendre parfaitement des attaques des 5 et 18 juillet sur les feuilles et les fruits. De même, les traitements supplémentaires des 8 et 30 juillet sont restés sans action sensible, car les parcelles sulfatées seulement le 18 juillet n'ont subi aucun dégât.

» En somme, en 1896, avec quatre sulfatages exécutés successivement le 15 mai, le 1er juin, le 25 juin et le 18 juillet, la récolte a été entièrement sauvée.

» Expériences de 1897. — *Époques des invasions :* 28 mai, 23 juin, 6 juillet, 20 juillet, 4 août. *Époques des traitements :* 1er mai, 12 mai, 20 mai, 2 juin, 26 juin, 3 juillet, 17 juillet, 3 août.

» La première invasion sur les feuilles, du 28 mai, a été arrêtée d'une façon complète par le traitement du 12 mai. Le traitement du 1er mai, ajouté au précédent, est resté sans effet appréciable; appliqué seul, ou combiné avec le traitement du 20 mai, il a été tout à fait insuffisant. Quant aux parcelles traitées seulement à cette dernière date, elles étaient aussi frappées que les Vignes témoins.

» Le sulfatage du 2 juin, ajouté à celui du 12 mai, a empêché l'invasion du 23 juin; le traitement du 20 mai s'est montré inutile. Les carrés ayant été sulfatés ensuite le 26 juin et le 17 juillet ont perdu 2 pour 100 de leur récolte. Une remarque est à faire ici. Le 2 juillet, la grêle est tombée sur la région; or les lésions causées par les grê-

lons sur les feuilles et les fruits rendent la Vigne plus accessible aux maladies cryptogamiques. C'est ce qui explique la perte de 2 pour 100 subie dans les parcelles sulfatées le 17 juillet seulement, soit quinze jours après la grêle. La récolte était indemne dans celles qui avaient reçu un traitement, appliqué exclusivement sur les fruits, le 3 juillet. Le sulfatage du 3 août n'a pas eu d'action.

» En résumé, dans cette seconde année d'expériences, j'ai pu sauver 98 pour 100 de la récolte, malgré la grêle, qui rend la défense plus difficile, avec quatre traitements faits aux époques ci-après : 12 mai, 2 juin, 26 juin, 17 juillet. La préservation a été complète avec un sulfatage supplémentaire sur les raisins, le 3 juillet.

» Sur huit traitements, exécutés en 1896 et 1897, quatre se sont montrés nécessaires et suffisants. Mais les dates d'application de ces sulfatages offriraient peu d'intérêt si elles ne correspondaient à des états de développement de la Vigne, d'une appréciation facile pour le vigneron.

» En effet, lesdits sulfatages ont été faits : le premier, lorsque les rameaux avaient de $0^m,15$ à $0^m,20$ de longueur; le deuxième, au moment où quelques fleurs commençaient à s'ouvrir; le troisième, après la fin de la floraison; le quatrième, alors que les grains avaient atteint les deux tiers de leur volume définitif.

» En rapprochant de ces trois dernières époques les dates de développement du black rot, on voit que certains de ces traitements ont été faits peu avant ou peu après le début de certaines invasions. Mais cette concordance n'était pas nécessaire pour la réussite d'un traitement. Si je crois, comme MM. Couderc et Prunet, qu'un sulfatage, fait immédiatement après une invasion, agit contre l'invasion suivante, ces expériences ont prouvé qu'il n'était pas nécessaire de faire suivre chaque invasion d'un traitement. Le même traitement peut agir contre plusieurs invasions.

» Il est seulement indispensable que du cuivre se trouve sur les organes verts de la Vigne au fur et à mesure de leur croissance et notamment aux périodes critiques qui sont, pour le Sud-Est et le Centre, la quinzaine qui suit la floraison et la deuxième quinzaine de juillet.

» Ce résultat est obtenu, d'une façon satisfaisante, par l'application de traitements aux époques ci-dessus indiquées.

» Ces époques, qui se trouvent ainsi établies expérimentalement, seront plus faciles à saisir, notamment pour les viticulteurs du Sud-Est encore peu familiarisés avec le black rot, que les apparitions successives de la maladie.

» Si, à la suite de circonstances exceptionnelles, une attaque soudaine se déclarait, un traitement supplémentaire serait aussitôt donné. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Un pôle magnétique local en Europe.*

M. **Mascart** a reçu de M. *Venukoff* l'information que M. Leïst, professeur à Moscou, a trouvé à Kotchétovka, village du gouvernement de Koursk (Russie), un pôle magnétique, c'est-à-dire un point où l'aiguille aimantée prend la direction verticale. Il suffit de s'éloigner de ce point à la distance de 20^m pour que la direction de l'aiguille change de 1°. Pour la déclinaison, le point observé est indifférent, c'est-à-dire que l'aiguille horizontale reste en équilibre dans tous les azimuts.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblement de terre survenu le* 6 *mai* 1898. Documents communiqués par M. **Lœwy.**

M. le Dr *Frilley* télégraphie de Dôle (Jura) :

« Tremblement de terre, Dôle, $1^h 13^m$. Secousse séismique de bas en haut. »

M. *Jérôme de Duranti la Calade* écrit de Cuiseaux (Saône-et-Loire) :

« J'ai l'honneur de vous informer qu'aujourd'hui 6 mai, à $1^h 15^m$ du soir, nous avons ressenti une secousse de tremblement de terre.

» Elle a duré deux à trois secondes. Son orientation nous a semblé être du sud au nord. »

M. **Jules Morier** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Essais sur les divisibilités de la circonférence ».

M. **Ed. Spalikowski** adresse une Note sur « L'influence du sol et des eaux dans l'étiologie de la goutte en Normandie ».

La séance est levée à 4 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 mai 1898.

Éléments de Botanique. I. *Botanique générale*. II. *Botanique spéciale*, par Th. Van Tieghem, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle. Paris, Masson et Cie, 1898; 2 vol. in-16. (Offert par l'auteur.)

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Cinquième série publiée par M. Camille Jordan, avec la collaboration de MM. M. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré. Tome quatrième. Année 1898. Fascicule n° 1. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-4°.

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction. M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Président. Tome II. N° 4. Avril 1898. Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 1 vol. in-4°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Avril 1898. N° 4. Paris, 1898; 1 vol. in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XXII. Mars et avril 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils; 2 fasc. in-8°.

Revue bryologique, Bulletin trimestriel consacré à l'étude des Mousses et des Hépatiques. N° 3. 1898. Caen, E. Lanier, 1898; 1 fasc. in-16. (Présenté par M. Gaudry.)

Monographie des Dréissensides fossiles et vivants, par M. Venukoff. Saint-Pétersbourg, 1897; 1 vol. grand in-8° avec atlas. (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht, par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction, avec le concours de M. Jules Richard, Docteur ès Sciences, chargé des travaux zoologiques à bord. Fasc. XII. Monaco, 1898; gr. in-4°. (Offert par le Prince de Monaco.)

Description géographique, géologique, minéralogique, paléontologique, palethnologique et agronomique des départements du Tarn et de Tarn-et-Garonne,

par Alfred Caraven-Cachin, Lauréat de l'Institut. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les États-Unis sismiques, par F. de Montessus de Ballore. (Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. V, mars 1888.) Genève, 1898; 1 br. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Journal du Ciel (couronné par l'Académie des Sciences). Juin 1898. Directeur : Joseph Vinot. Paris, E. Soudée; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 25 avril 1898.)

Note de M. *V. Thomas*, Action chlorurante du chlorure ferrique dans la série aromatique :

Page 1214, ligne 12, *au lieu de* et correspondant à la formule brute $(C^6H^5.CH^2)^x$, *lisez* et correspondant à la formule brute $(C^6H^5.CH)^x$.